９２０ＭＨｚ帯無線

共通

取扱説明書

株式会社 エム・システム技研

目次

1. はじめに 5
1.1. 特徴 5
1.2. 仕様 6
1.3. ラインナップ 7
2. システム運用までの流れ 8
3. 無線ネットワーク構成の検討 9
3.1. マルチホップ通信 9
3.1.1. ネットワークへの参加と経路の構成 9
3.2. 設置環境の構成要素の確認 10
3.3. 無線化する箇所の確認 10
4. 機器の選定 11
4.1. 無線ユニット 11
4.2. アンテナ 14
4.3. 取付金具 15
5. 保守コンソールの準備 16
5.1. 保守コンソールのダウンロード 16
5.2. 保守コンソールおよびUSBドライバーのインストール 16
5.2.1. .NET Framework 4 のインストール 17
5.2.2. 保守コンソールのインストール 17
5.2.3. USBドライバーのインストール 20
5.3. 保守コンソールの起動 24
5.3.1. 環境設定 25
5.4. その他の操作 30
5.4.1. コーディネータ設定 30
5.4.2. ルータ設定 30
5.4.3. ファームウェア更新 30
6. 事前確認による電波環境の測定 31
6.1. チャネルノイズスキャン 32
6.1.1. チャネルノイズスキャンの起動 32
6.1.2. チャネルノイズスキャンの実行 36
6.2. 通信テスト 42
6.2.1. 送信用設定 43
6.2.2. 受信用設定 47

6.2.3.　RSSI、PER測定 51
6.3.　測定ツールの終了 54
7.　無線ユニットのパラメータ値の検討 57
7.1.　設定パラメータの説明 58
7.1.1.　PAN ID（グループ番号） 58
7.1.2.　チャネル番号 59
7.1.3.　ネットワーク名 60
7.1.4.　電波送信の監視単位時間 61
7.1.4.1.　データ収集周期の簡易試算方法 62
7.1.4.2.　電波送信時間の試算 64
7.1.4.3.　子機 2 の試算条件 66
7.1.4.4.　10%Duty発生時の対処 67
7.1.5.　送信出力 68
7.1.6.　ダイバーシティ 68
7.1.7.　セキュリティ設計 69
7.1.8.　IPv6 プレフィックス 70
7.1.9.　局番とショートアドレス 72
7.1.10.　パケットフィルタリング設定の検討 74
7.1.11.　経路固定設定の検討 74
7.1.12.　ネットワーク規模調整 75
7.1.13.　無線機接続用パスワード 75
8.　無線ユニット設定 76
8.1.　親機：IB10W2 76
8.2.　子機：R3-NMW1 76
8.3.　子機：R3-NW1 76
9.　無線ユニットの設置 77
9.1.　推奨する設置箇所について 77
9.2.　アンテナ設置 77
9.3.　アンテナ指向性と偏波面 78
9.4.　フレネルゾーン 81
10.　設置後の電波環境の測定 83

■商標について

・Microsoft®、Windows®、Internet Explorer®は、米国 Microsoft® Corporation の米国およびその他の国における登録商標または商標です。
・Modbus Protocol は Modicon Inc. が PLC 用に開発した通信プロトコルです。
・Windows® 7、Windows® XP はオペレーティングシステムです。
・Microsoft Corporation のガイドラインに従って画面写真を使用しています。
・その他、本書中に記載されている会社名、製品名は一般に各社の商標または登録商標です。

本書では、™、®、©などのマークは記載していません。

■注意事項

・本製品および本書を運用した結果の影響については、責任を負いかねますのでご了承ください。
・本書に記述されている以外の操作を行ったことにより生じた影響については、責任を負いかねますのでご了承ください。
・本製品の仕様、および本書に記載されている事柄は、予告なしに変更することがあります。
・保守コンソール上は「無線ユニット」を「無線機」と表示しているため、本書の保守コンソールに関連する説明では、「無線ユニット」を「無線機」と記載しています。
・本書で記載している「保守コンソール」は沖電気工業株式会社製「MH920 Console for Module」を示しています。
・保守コンソールと無線ユニットを接続している間は、miniUSB ケーブルを抜いたり、電源を落としたりしないでください。書き込み中（ファーム更新中／設定中）に行った場合、設定情報等が壊れる恐れがあります。

1. はじめに

本製品は、BEMS・スマートメータリング・M2M 等のサービスに利用できる大規模・高信頼の無線マルチホップネットワークシステムを構築できる無線ユニットです 920MHz の周波数帯で利用可能な IEEE802.15.4g 準拠の無線マルチホップネットワークを構築することが可能で、親機と子機の 2 種類の無線ユニットが存在します。

1.1. 特徴

無線ネットワークシステムは、Modbus プロトコルを利用してデータ収集装置とリモート I/O 装置の収集データを無線で収集することができる。データ収集装置と無線ユニットの親機間は Modbus/TCP プロトコル、無線ユニットの親機と子機間は Modbus-RTU プロトコルで、無線ユニットの親機は、Modbus-RTU プロトコルを Modbus/TCP プロトコルに変換できる。

図 1.1　無線システム構成例ではタブレットレコーダを Modobus のマスターにして 920MHz 帯の無線にてスレーブ機器の通信カードからの I/O データを収集し、収集した内容をタブレット端末で確認ができるシステムになります。

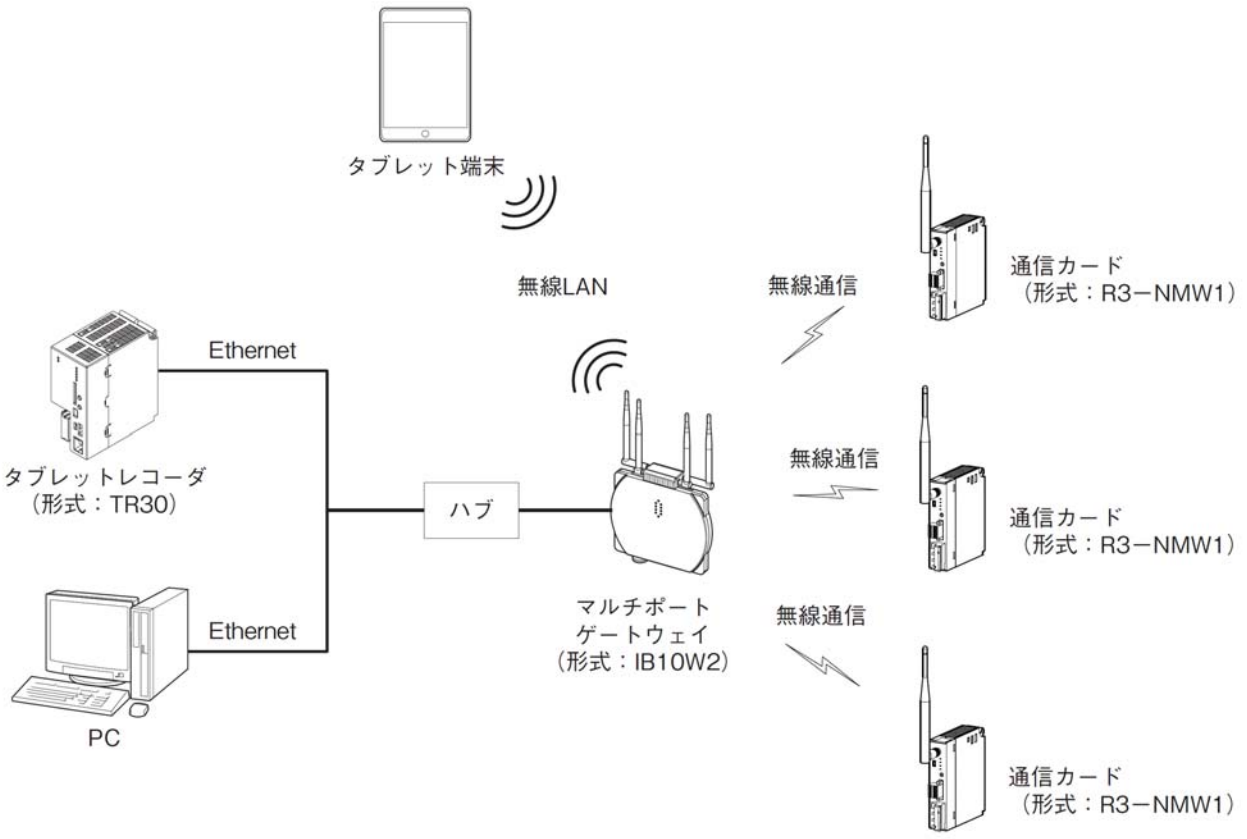

図 1.1　無線システム構成例

1.2. 仕様

無線ネットワークシステムの仕様は下表の通りとなります。

表 1.1　無線ネットワークシステムの仕様

項目		仕様
無線 システム	通信速度	最大 100kbps
	実効速度	10kbps
	最大収容子局	親局 1 台当たり最大 100 台
	最大ホップ数	16 ホップ
	1 ノード収容数	16 台

無線ユニットの無線部の仕様は下表の通りとなります。

表 1.2　無線部の仕様

項目		仕様
無線 インタフェース	規格	IEEE 802.15.4g 準拠、ARIB STD-T108 準拠
	周波数	920MHz 帯(922.3～928.1MHz)
	帯域幅	400kHz
	最大送信出力	20mW
	通信速度	最大 100kbps
	最大パケット サイズ	2048Byte
	伝送距離	見通しの良い直線距離で 1km 程度 ※設置環境によって電波飛距離は変動します。
	変調方式	GFSK

1.3. ラインナップ

(1) 無線ユニット親機

表 1.3　親機ラインナップ

品名	特徴
IB10W2	無線（Modbus-RTU）　－　Modbus/TCP ゲートウェイ 有線LAN、2.4GHz帯、5GHz帯の無線LANが使用可能 屋外使用を目的とした保護等級IP67に対応 無指向性アンテナ使用（水平方向 360°） 920MHz 受信ダイバーシティ

(2) 無線ユニット子機

表 1.4　子機ラインナップ

品名	特徴
R3-NMW1	多チャネル I/O 組合せ自由形無線子機（有線 Modbus-RTU 有） スリーブアンテナ、ルーフトップアンテナを選択可能
R3-NW1	多チャネル I/O 組合せ自由形無線子機 スリーブアンテナ、ルーフトップアンテナを選択可能
WL40W1-US1 （開発中）	少チャネル I/O 一体形無線子機 スリーブアンテナ、ルーフトップアンテナを選択可能

(3) 他社製の接続可能な無線ユニット

表 1.5　他社製無線ユニット

品名	タイプ	メーカー
MH920-Node-485<M>	親機（RS-485 タイプ）	沖電気工業株式会社
MH920-Node-485<S>	子機（RS-485 タイプ）	沖電気工業株式会社

2. システム運用までの流れ

下記に示すシステム運用までの流れを確認し、ネットワーク構成の設計や無線ユニットへの設定を実施してください。

① 無線ネットワーク構成の検討
② 機器の選定
③ 保守コンソールの準備
④ 事前確認による電波環境の測定
⑤ 無線ユニットのパラメータ値の検討
⑥ 無線ユニットの設定
⑦ 無線ユニットの設置
⑧ 設置後の電波環境の測定

3. 無線ネットワーク構成の検討

3.1. マルチホップ通信

3.1.1. ネットワークへの参加と経路の構成

親機１台と、複数の子機を使用して無線のマルチホップネットワークを構成することができます。

子機は、起動後に親機から参加認証を得て無線マルチホップネットワークへ参加し、その後 IPv6 アドレスを使用して通信を行います。IPv6 アドレスは、親機に設定した固定プレフィックス情報と、親機、子機ごとに設定するショートアドレスの値を使用して自動的に割り振られます。

(1)上り経路の生成

① 子機は、隣接する親機や子機から、ホップ数および通信品質（パケットエラー率）の情報を収集し、隣接する装置より選択される親候補のリストから接続先となる優先親を決定します。

② この情報を元に、子機の上り通信経路を生成します。

(2)下り経路の生成

① 子機は経路を親機に送信し、親機は自身の経路情報テーブルに登録します。

② 親機は、この経路情報テーブルを使って下り通信用のルート（ソースルーティング）を自動生成し、対象となる子機までの下り通信を行います。

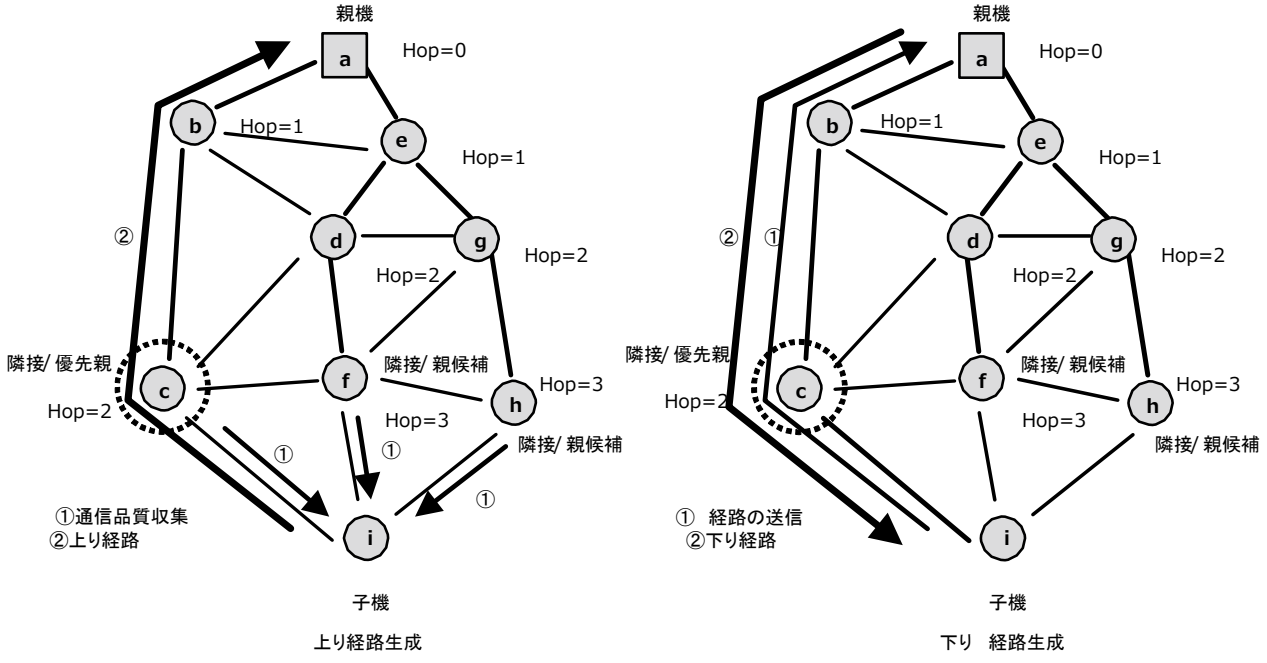

図 3.1　無線ネットワーク

3.2. 設置環境の構成要素の確認

無線ユニットの設置環境にある、データ収集装置やリモートＩ／Ｏ等の設置場所、配線の接続先について確認します。

3.3. 無線化する箇所の確認

構成を確認した設置環境に対して、無線化する箇所を決定します。データ収集装置には必ず無線ユニット親機が接続されるので、ここでは併せて親機を接続する箇所、そしてリモートＩ／Ｏの子機の確認も行います。

4. 機器の選定

本無線ユニットによるネットワークを構築するために必要な機器類は、以下の選定基準にてそれぞれ選択してください。

4.1. 無線ユニット

(1) 無線ユニット親機：ＩＢ１０Ｗ２

ＩＢ１０Ｗ２は上位装置(データ収集装置等)と TCP/IP で接続し、無線ユニット子機に接続した I/O データ収集を行うために使用します。

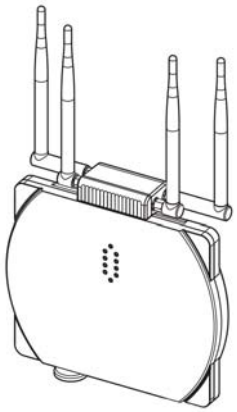

図 4.1　無線ユニット（親機）

表 4.1　親機仕様

項目	仕様
電源	PoEplus（42.5～57VDC）MAX25.5W
最大消費電力	約 17W(PoE)
仕様温度範囲	-20～+50℃（0℃以下ヒーター付き）
保護等級	IP67
取付	ポール取付、壁取付、据置
寸法	207mm×226mm×59mm（アンテナ、突起含まず）

(2) 無線ユニット子機：Ｒ３－ＮＭＷ１

Ｒ３－ＮＭＷ１は、多チャネル組合せ自由形リモートＩ／Ｏ　Ｒ３シリーズの機種で無線／Modobus 用の通信カードになります。目的の応じて入出力カードと組合せが可能。通信の２重化に対応できます。

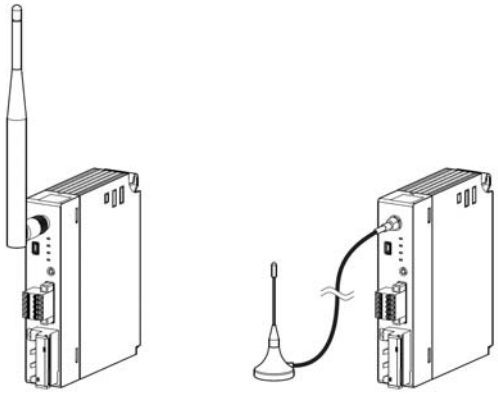

図 4.2　無線ユニット（子機）

表 4.2　子機仕様

項目	仕様
電源	内部電源より供給（20VDC）
最大消費電力	約 100mA
仕様温度範囲	-10～+55℃
取付	R3 ベースに取付
寸法	130mm×27.5mm×109mm（アンテナ、突起含まず）

(3) 無線ユニット子機：Ｒ３－ＮＷ１

Ｒ３－ＮＷ１は、多チャネル組合せ自由形リモートＩ／Ｏ　Ｒ３シリーズの機種で無線用の通信カードになります。目的の応じて入出力カードと組合せが可能。２重化の機能を使用してに対応できます。

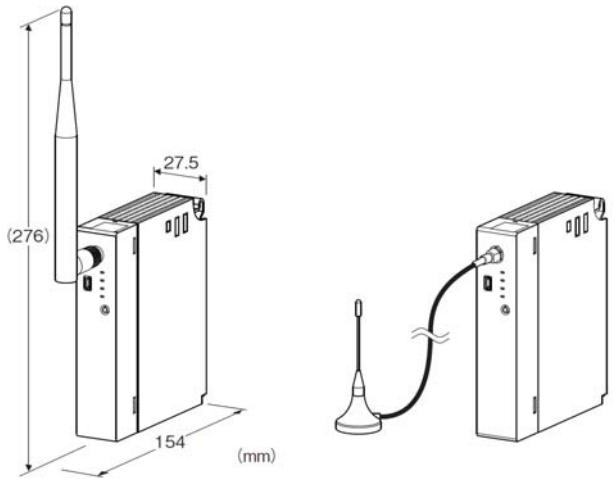

図 4.3　無線ユニット（子機）

表 4.3　子機仕様

項目	仕様
電源	内部電源より供給（20VDC）
最大消費電力	約 100mA
仕様温度範囲	-10～+55℃
取付	R3 ベースに取付
寸法	130mm×27.5mm×109mm（アンテナ、突起含まず）

4.2. アンテナ

(1) 無線ユニット親機用アンテナ

無線ユニット親機はアンテナの変更はできません。

本体に付属されているアンテナを使用してください。本体の向き変える、アンテナを傾けることで、電波特性を偏向させることが可能です。

親機アンテナ仕様は下表の通りとなります。

表 4.4　無線ユニット（親機）

項目	仕様
アンテナ形式	1/2 波長スリーブアンテナ
最大利得	2dBi（公称）（※）
仕様温度範囲	-20～50℃
保護等級	IP67（嵌合防水）
指向性	水平面内　無指向性
寸法	172mm×65.7mm(コネクタを含みます)

※アンテナはその設置方法によって性能が影響されます。

(2) 無線ユニット子機用アンテナ

無線ユニット子機で使用可能なアンテナとして下記 2 点のラインナップがあります。無線ユニットの利用シーンとそれぞれの特性から、使用するアンテナを選定してください。

子機はダイバーシティの機能は利用できません。

図 4.4　スリーブアンテナ

図 4.5　ルーフトップアンテナ

① スリーブアンテナ：

屋内で無線ユニット本体に取り付けて使用することを想定したアンテナです。スリーブアンテナは 90 度まで傾けることで、電波特性を偏向させることが可能です。

② ルーフトップアンテナ：

2.5m の同軸ケーブル付きのアンテナで、無線ユニット本体から離れた位置にアンテナを設置したい場合に使用します。耐水形であるため、屋外にも設置することができます。

ルーフトップアンテナはモノポールアンテナであるため、特性を十分に発揮するためには、電気的な地面に

相当するグランドプレーンを必要とします。底面のマグネット部を金属板（500mm×500mm 以上）等に固定してください。

ルーフトップアンテナはスリーブアンテナに比べて約 2.5dB 程度利得が下がります。ただし、アンテナを高い位置に設置できるメリットがあり、電波の到達性に対して効果的となります。

子機アンテナ仕様は下表の通りとなります。

表 4.5　無線ユニット（子機）

項目	仕様	
種別	スリーブアンテナ	ルーフトップアンテナ
設置環境	屋内	屋外
ケーブル長	―	2.5m
アンテナ形式	ダイポール	モノポール
最大利得	3dBi 以下(※)	3dBi 以下(※)
防水性	非防水	耐水形(IPX6)
指向性	水平面内　無指向性	水平面内　無指向性
寸法	195mm (コネクタを含みます)	80mm (基台部を含みます)

※アンテナはその設置方法によって性能が影響されます。

4.3. 取付金具

親機無線ユニットの取付金具として、壁取付金具、ポール取付金具のラインナップがあります。設置場所とそれぞれの特徴から、使用する取付金具を選定してください。

子機無線ユニットは壁取付、DIN レール取付になります。

5. 保守コンソールの準備

5.1. 保守コンソールのダウンロード

無線ユニットへの保守作業を行うため、「MH920 Console for Module」（以降、「保守コンソール」と記載します。）のソフトウェアをインストールした PC をご用意ください。

保守コンソールは、下記 URL の HP よりダウンロードしてください。

ダウンロード先 URL： http:// www.m-system.co.jp/

※無線ユニットに内蔵されている無線モジュールは沖電気工業製のモジュールのため、「保守コンソール」については沖電気工業製のソフトウェアを使用します。

5.2. 保守コンソールおよび USB ドライバーのインストール

保守コンソールには、以下の動作環境が必要です。インストール前に、インストール先 PC の動作環境を確認してください。

■ハードウェア要件

表 5.1　ハードウェア要件

項目	要件
CPU	Core Duo 1GHz 相当以上
メモリ	1GB 以上
HDD（必要な空き容量）	100MB
インタフェース	USB*1

*1：USB のバージョンは、1.1/2.0 です。

■ソフトウェア要件

表 5.2　ソフトウェア要件

項目	要件
OS	Windows7 Professional SP1 （32bit、64bit） WindowsXP SP3*2
ランタイム	Microsoft .NET Framework バージョン 4.0

*2：WindowsXP 上で使用する場合は、IPv6 プロトコルスタックが必要なため、
保守コンソールのインストール時に自動的にインストールされます。

5.2.1.　.NET Framework 4 のインストール

保守コンソールをインストールするには、事前に「Microsoft .NET Framework 4」のインストールが必要です。Microsoft 社のホームページから入手しインストールしてください。

「Microsoft .NET Framework 4」をインストールする前に保守コンソールをインストールしようとすると以下の画面が表示されますので、メッセージに従いインストールしてください。

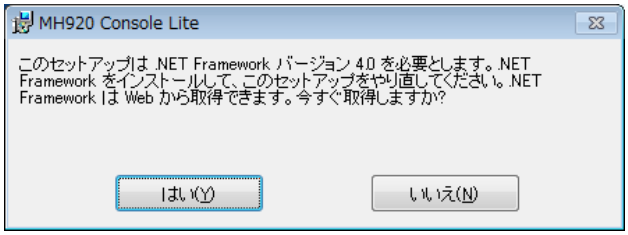
MH920 Console Lite
このセットアップは .NET Framework バージョン 4.0 を必要とします。.NET Framework をインストールして、このセットアップをやり直してください。.NET Framework は Web から取得できます。今すぐ取得しますか?
はい(Y)
いいえ(N)

図 5.1　.NET Framework 4 案内メッセージ

5.2.2.　保守コンソールのインストール

保守コンソールのインストール手順を以下に記載します。

① ダウンロードした保守コンソールを解凍します。

② 解凍したファイルに含まれる「mh920console_module.msi」を実行し、保守コンソールのセットアップウィザードを起動します。「セットアップウィザード」画面で「次へ」ボタンをクリックします。

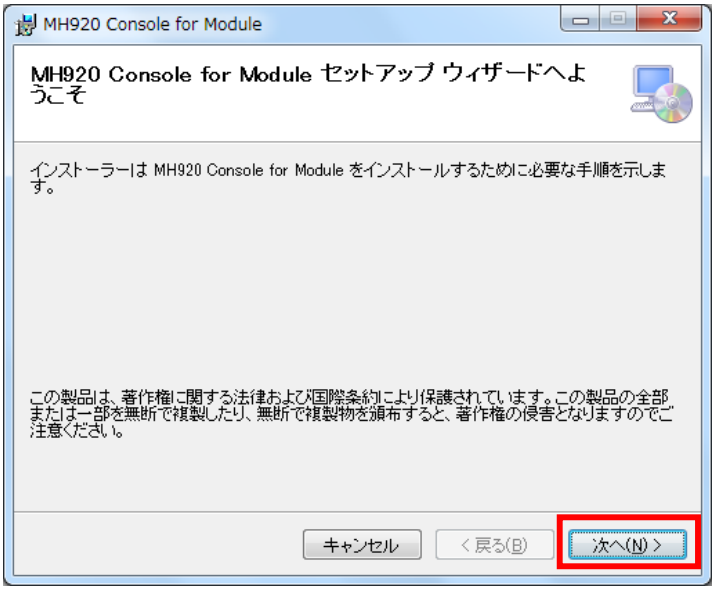

図 5.2　セットアップウィザード

※「Microsoft .NET Framework 4」がインストールされていない場合、インストールが必要な旨のメッセージが表示されます。「Microsoft .NET Framework 4」をインストール後、再度、「mh920console_module.msi」を実行してください。

③　スクロールバーでライセンス条項を最後まで確認し、「同意する」を選択後、「次へ」ボタンをクリックします。

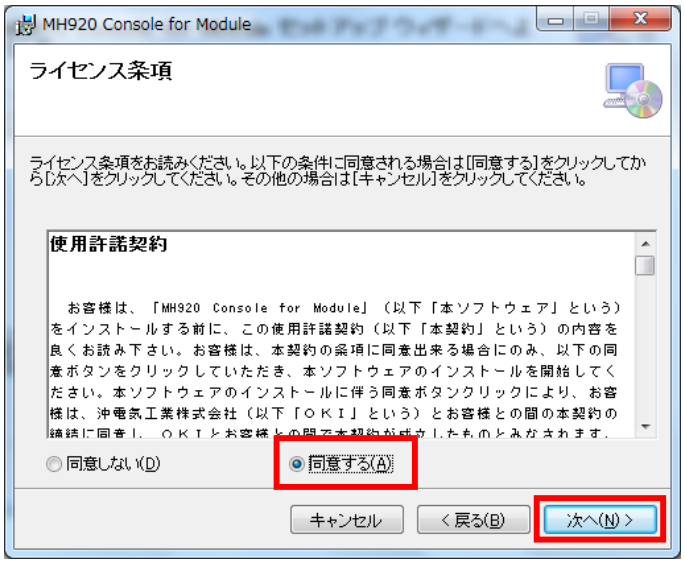

図 5.3　ライセンス条項

④　「インストールフォルダーの選択」画面で、インストールフォルダーを選択します。「次へ」ボタンをクリックします。

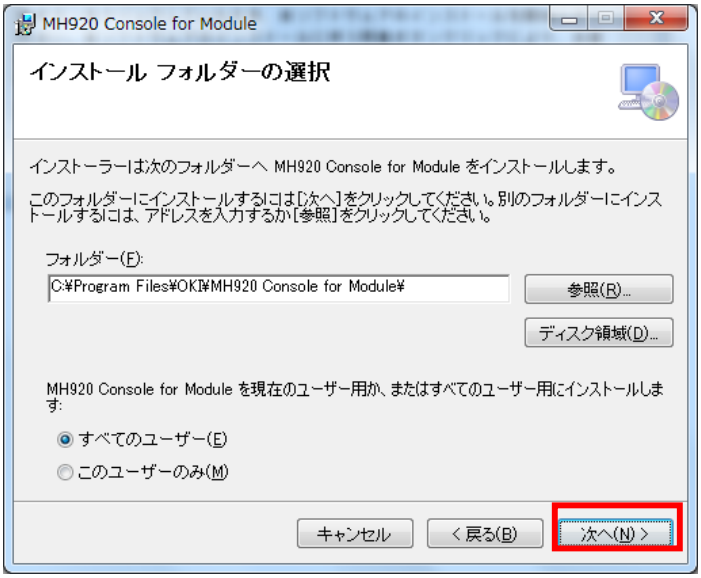

図 5.4　インストールフォルダーの選択

⑤　「インストールの確認」画面で、「次へ」ボタンをクリックします。

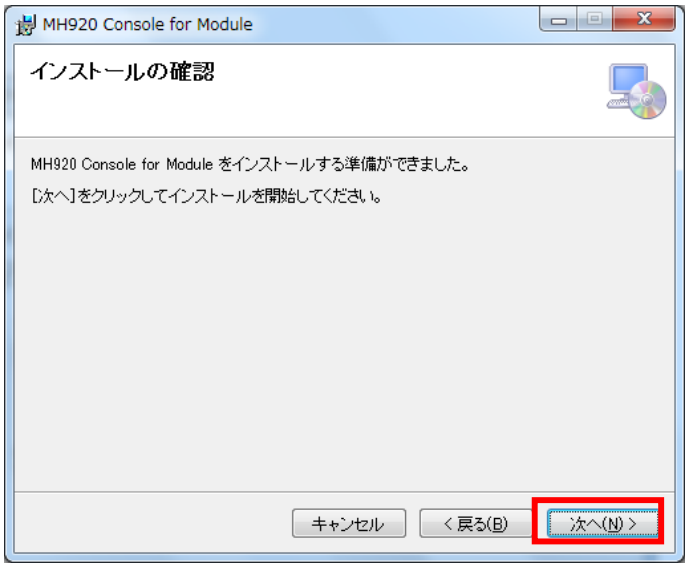

図 5.5　インストールの確認

※：Windows XP の PC へのインストールの場合、「Microsoft TCP/IP version 6」をインストールするためにコマンドプロンプトウィンドウが開くことがあります。自動で閉じますので、そのままお待ちください。
Windows 7 の PC へのインストールで「ユーザーアカウント制御」が表示され変更を許可するか確認を求められる場合は、「はい」ボタンをクリックしてください。

⑥　「インストール完了」画面が表示されたことを確認し、「閉じる」ボタンをクリックしてインストールを終了します。

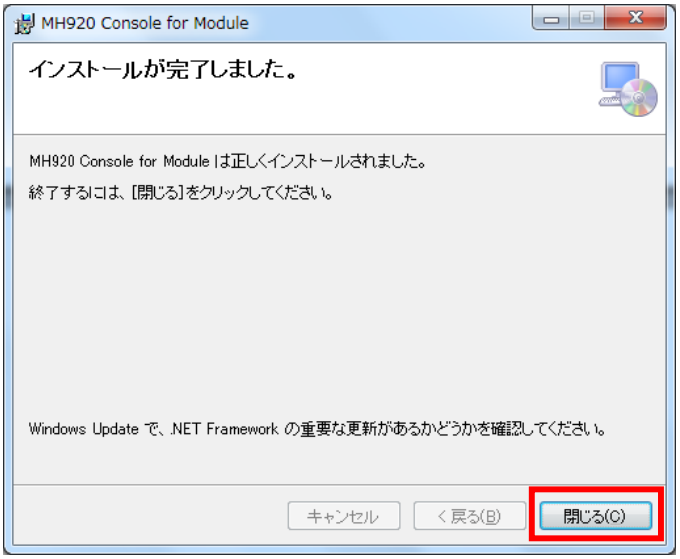

図 5.6　インストール完了

5.2.3.　USB ドライバーのインストール

無線ユニットを PC に接続した際に必要な、USB ドライバーのインストール手順を以下に記載します。

① 無線ユニットを miniUSB ケーブルで PC と接続します。
② 無線ユニットの電源スイッチを ON にし、無線ユニットを起動します。
③ しばらく待つと、無線ユニットのドライバーが見つからない旨のメッセージが表示されます。なお、ここでドライバインストールの画面が表示された場合は、キャンセルしてください。
④ スタートメニューから「コンピューター」を選択し、右クリックで表示されるメニューから「管理」を選択します。
⑤ 左側の一覧から「デバイスマネージャー」を選択し、「ほかのデバイス」欄を展開します。
⑥ 展開した「ほかのデバイス」の一覧に「USB CDC Serial port」があることを確認し、右クリックで表示されるメニューから「プロパティ」を選択します。

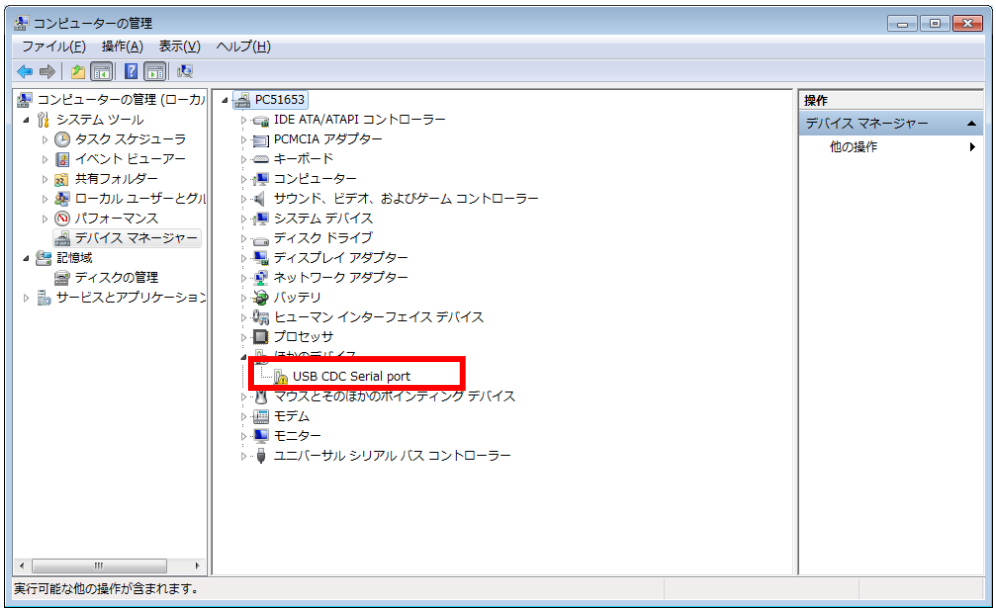

図 5.7　コンピューターの管理

⑦　表示されたプロパティ画面から「ドライバーの更新」ボタンをクリックし、「ドライバー ソフトウェアの更新」ウィザードを表示します。

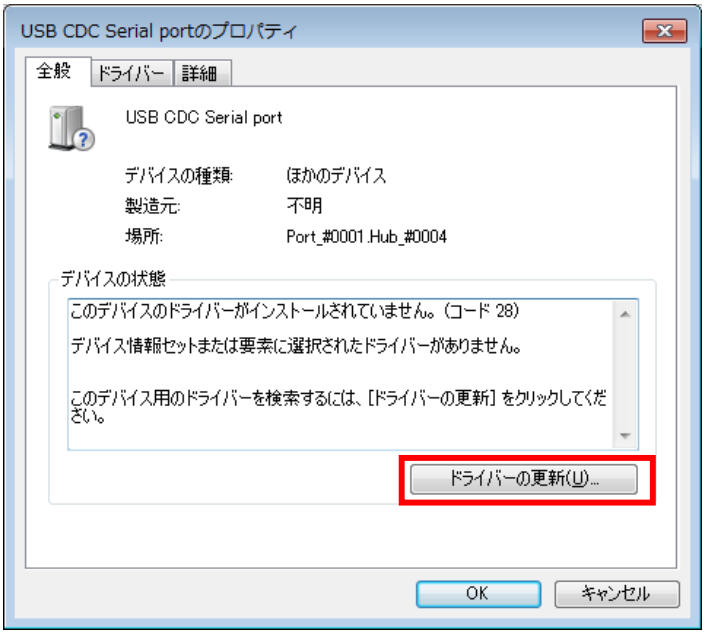

図 5.8　USB CDC Serial port のプロパティ

⑧　「ドライバー ソフトウェアの更新」画面で、「コンピューターを参照してドライバーソフトウェアを検索します」を選択します。

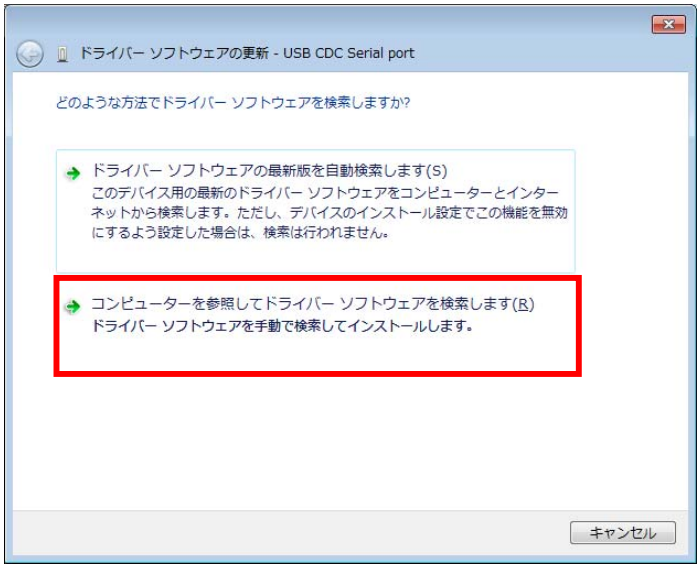

図 5.9　ドライバーソフトウェアの検索

⑨　「ドライバーソフトウェアの参照」画面で、「参照」ボタンをクリックし、保守コンソールのインストールフォルダー（デフォルトは C:¥Program Files¥OKI¥MH920 Console for module）を選択し、「次へ」ボタンをクリックします。

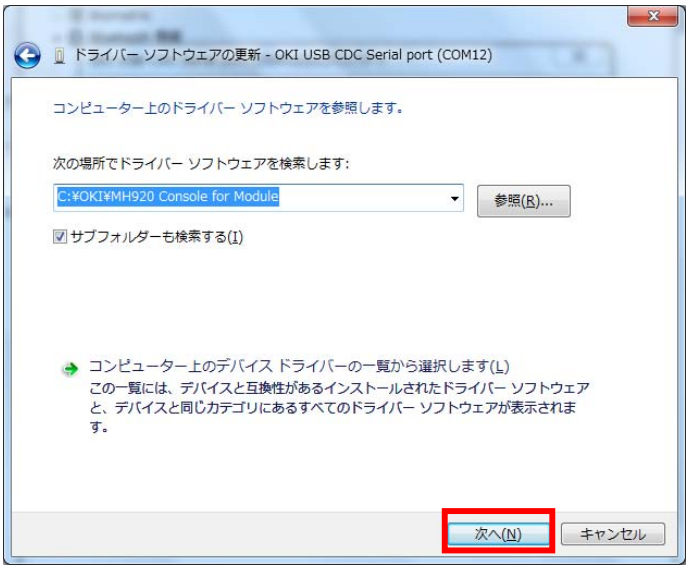

図 5.10　ドライバーソフトウェアの参照

⑩　セキュリティ警告としてドライバーが署名されていない旨が表示されますが、「このドライバー ソフトウェアをインストールします」を選択し、インストールを継続します。

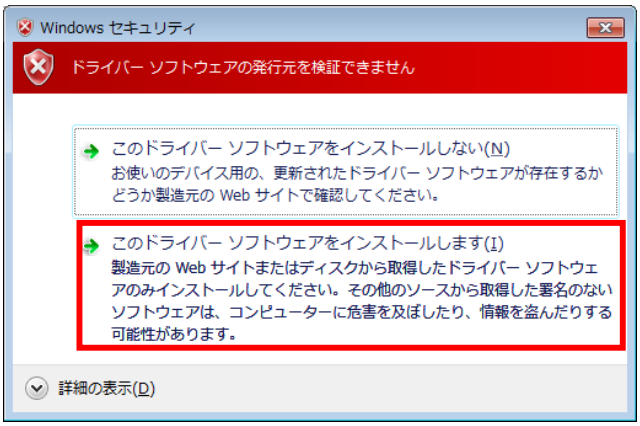

図 5.11　Windows セキュリティ

⑪　「ドライバー ソフトウェアをインストールしています」の表示の後、「ドライバーソフトウェアのインストールを終了しました」と表示されることを確認します。

⑫　「ドライバー ソフトウェアの更新」画面で、ドライバーが正常にインストールされたことを確認し、「閉じる」ボタンをクリックします。

⑬　「デバイスマネージャー」画面の、「ポート（COM と LPT）」項目に「OKI USB CDC Serial port」のポートが表示されていることを確認します。

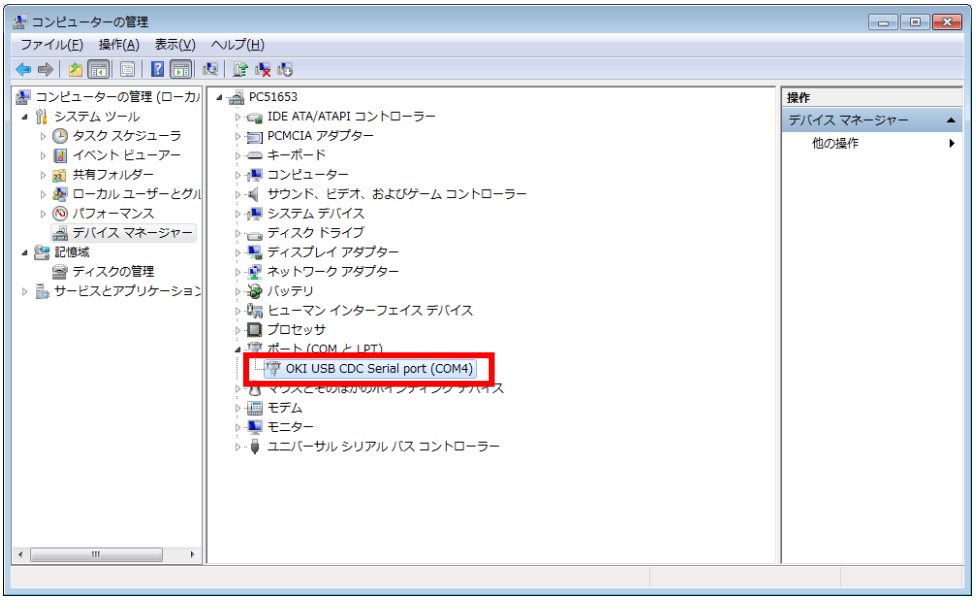

図 5.12　コンピューターの管理

※　次章に記載している保守コンソールの COM ポート設定で使用するため、上記画面にて Windows 上で設定された COM ポートの番号を確認してください。ここの例では「OKI USB CDC Serial port (COM4)」にある「COM4」が COM ポートの番号になります。

以上で、USB ドライバーのインストールは完了です。

5.3. 保守コンソールの起動

本章では、5.2 章でインストールを行った保守コンソールの起動について記載します。

① デスクトップ上に作成される MH920 Console for Module のショートカットをダブルクリックし、保守コンソールを起動します。

図 5.13　「MH920 Console for Module」のショートカット

② 以下の保守コンソールのメイン画面が表示されます。

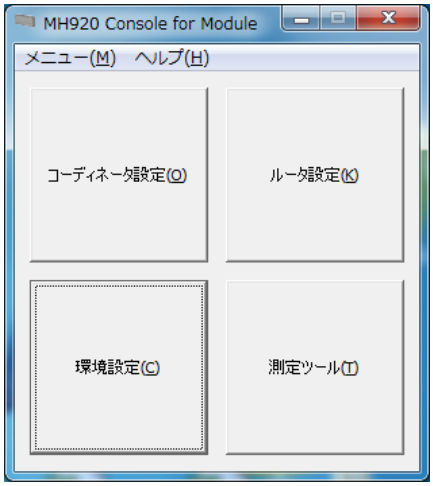

図 5.14　保守コンソールのメイン画面

5.3.1.　環境設定

保守コンソールメイン画面の「環境設定」ボタンをクリックすることにより設定可能な項目について説明します。

作業をする前に、無線ユニットの電源が ON になっていることおよび無線ユニットと保守コンソール PC が miniUSB ケーブルで正しく接続されていることを確認してください。

(1) COM ポート設定

保守コンソールが無線ユニットと通信する COM ポートを設定します。

①　「COM ポート設定」の「COM ポート」横の▼ボタンをクリックし、COM ポートの一覧を表示します。

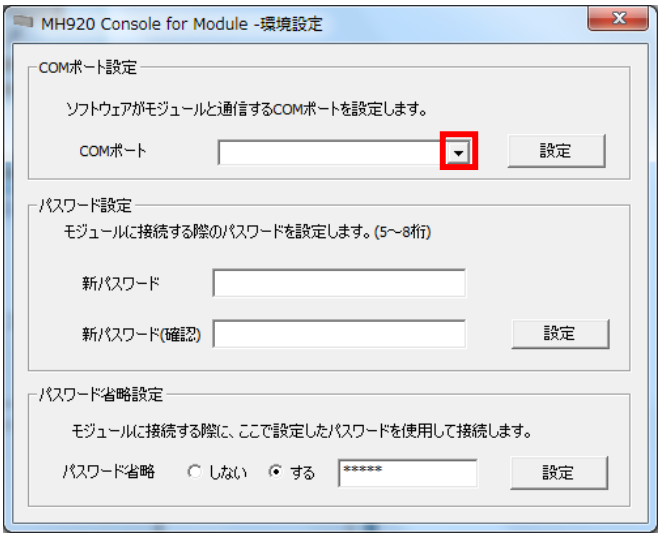

図 5.15　COM ポート設定

②　COM ポートの一覧から 5.2 章の USB ドライバーのインストール⑬項で確認した COM ポートを選択し、「設定」ボタンをクリックします。

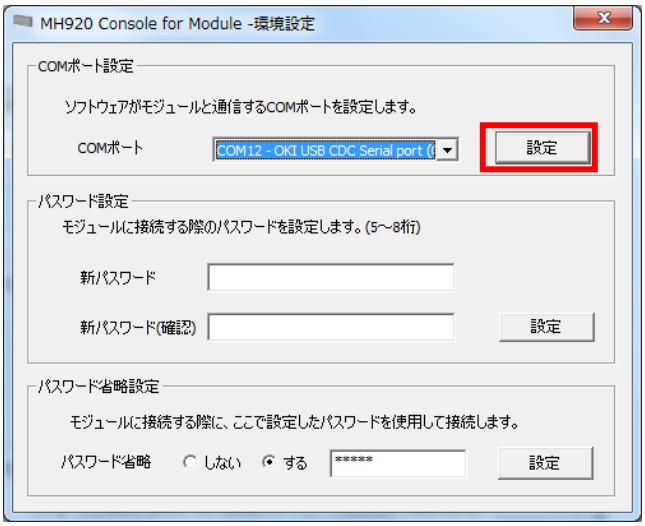

図 5.16　COM ポート設定

③　COM ポートの変更後、正しく変更された場合は成功画面が表示されます。画面中の「OK」ボタンをクリックし、作業を完了させます。

(2) パスワード設定

無線ユニットに接続する際のパスワードを設定します。

①　「新パスワード」および「新パスワード(確認)」に同一の内容を設定します。

※ 設定内容の詳細については７章をご参照ください。

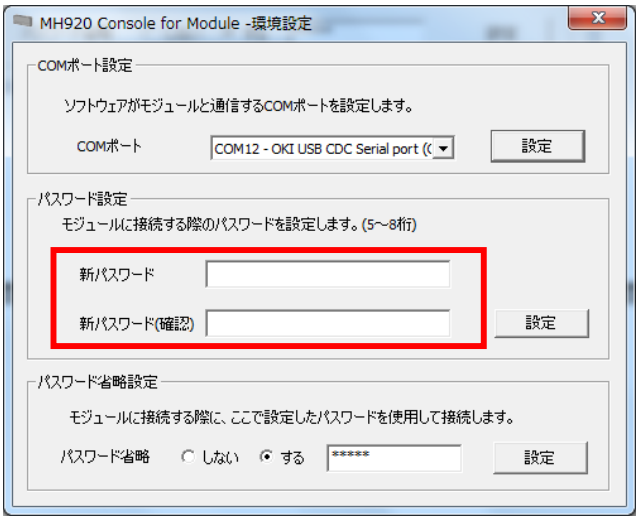

図 5.17　パスワード入力

②　「設定」ボタンをクリックします。

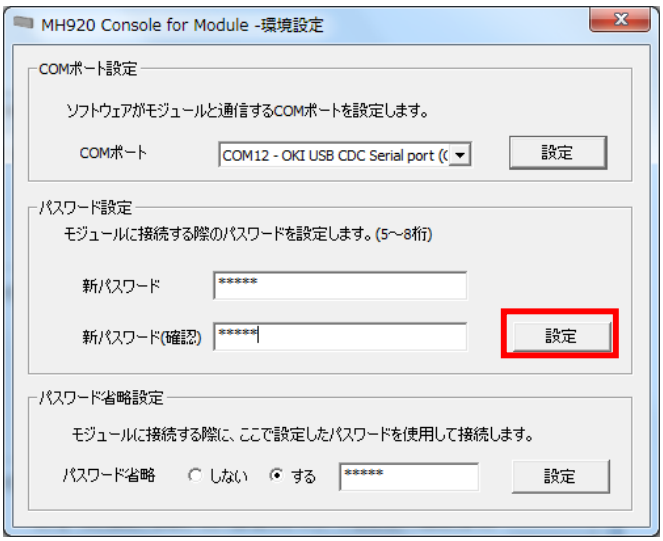

図 5.18　パスワード設定

③　「環境設定」で「パスワード省略」を「しない」に設定している場合、無線ユニットへのパスワードを要求されますのでパスワードを入力し、「接続」ボタンをクリックします。

④　設定完了、再起動後に有効になる旨のメッセージが表示されますので「OK」ボタンをクリックします。

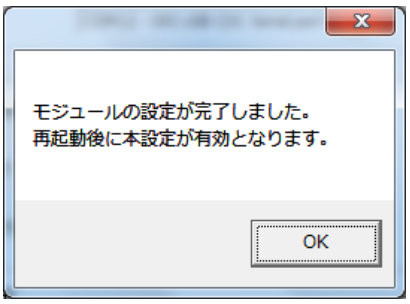

図 5.19　パスワード設定完了メッセージ

(3) パスワード省略設定

保守コンソールから無線ユニットに接続する時に、無線ユニットのパスワード入力操作の省略有無を設定することが可能です。ただし、本機能は無線ユニットのパスワードが共通であることが前提となるため、「パスワード省略接続」は、「しない」で運用することを推奨します。

①　下表を参考に、「パスワード省略」および「無線ユニット接続パスワード」を設定します。

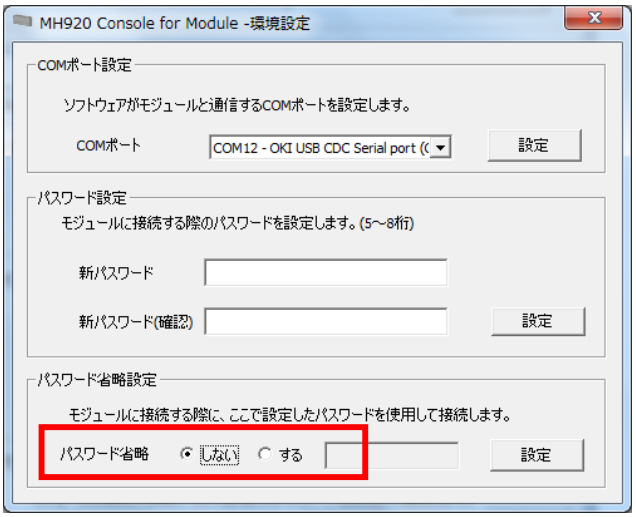

図 5.20　パスワード省略設定

表 5.3　パスワード省略設定情報

項目	設定値	説明
パスワード省略	しない/する	無線ユニットに接続の都度パスワードを入力する場合は 「しない」を設定します。 無線ユニットに接続の都度パスワードを入力しない場合は 「する」を設定します
無線ユニット接続 パスワード	半角英数字 5~8 文字	無線ユニットのパスワードを設定します パスワード省略で「する」を選択時、設定 box が有効になります

② 「設定」ボタンをクリックします。

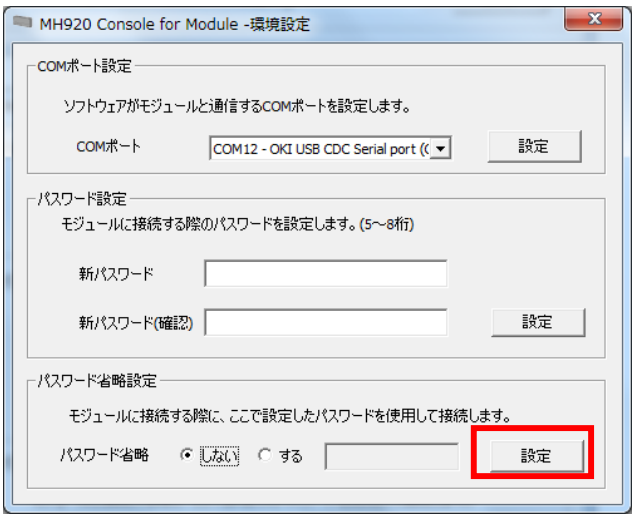

図 5.21　パスワード省略設定

③ パスワード省略の変更後、正しく変更された場合は成功画面が表示されます。画面中の「OK」ボタンをクリックし、作業を完了させます。

5.4. その他の操作

5.4.1. コーディネータ設定

使用しません

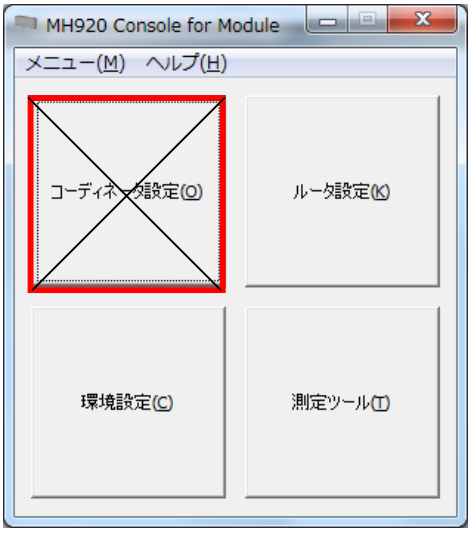

図 5.22　保守コンソールのメイン画面

5.4.2. ルータ設定

使用しません

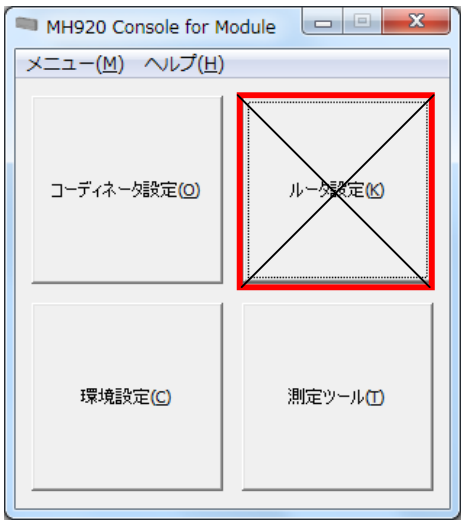

図 5.23　保守コンソールのメイン画面

5.4.3. 無線モジュールファームウェア更新

無線ユニット内部の無線モジュールのファームウェア更新は行わないでください。

無線モジュールのファームウェア更新を行った場合は保証の対象外となります。

6. 事前確認による電波環境の測定

無線ネットワークを構築するにあたり、以下の測定を実施して、使用チャネルや無線ユニットの設置場所を決定します。

・チャネルノイズスキャン
・通信テスト

チャネルノイズスキャンを実施してチャネルごとの RSSI 値を測定してくださ。周辺で使用されていないチャネル番号を確認してください。

通信テストを実施して、無線ユニット間の特定チャネルの RSSI 値と PER（パケットエラー率）も測定してください。

使用しようとするチャネルの RSSI 値や PER を確認し、無線ユニット設置場所や台数や中継ノード設定要否などを判断してください。

※電波環境の測定は、無線ユニットを通常モードから測定モードに切り替えて実施します。
測定モードから通常モードへの移行は、6.3 章の測定ツールの終了を参照してください。

6.1. チャネルノイズスキャン

使用可能な全チャネル、または、指定した特定チャネルの RSSI 値を一定時間間隔で測定するチャネルノイズスキャンツールを保守コンソールから起動可能です。

6.1.1. チャネルノイズスキャンの起動

① 無線ユニットと保守コンソール PC を miniUSB ケーブルで接続し、無線ユニットの電源を ON にします。

② 保守コンソールを起動し、メイン画面の「環境設定」ボタンをクリックします。

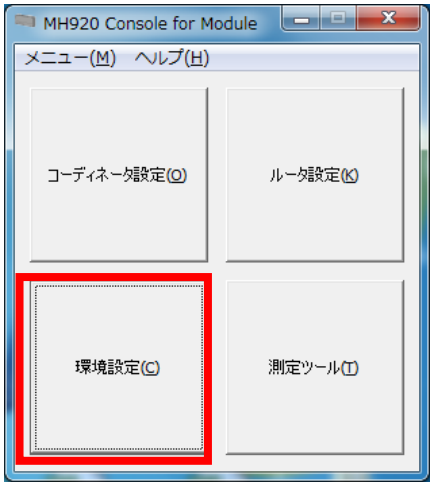

図 6.1　保守コンソールのメイン画面

③ 「COM ポート」欄の▼ボタンをクリックし、無線ユニットが接続されている COM ポートを選択した後、「設定」ボタンをクリックします。

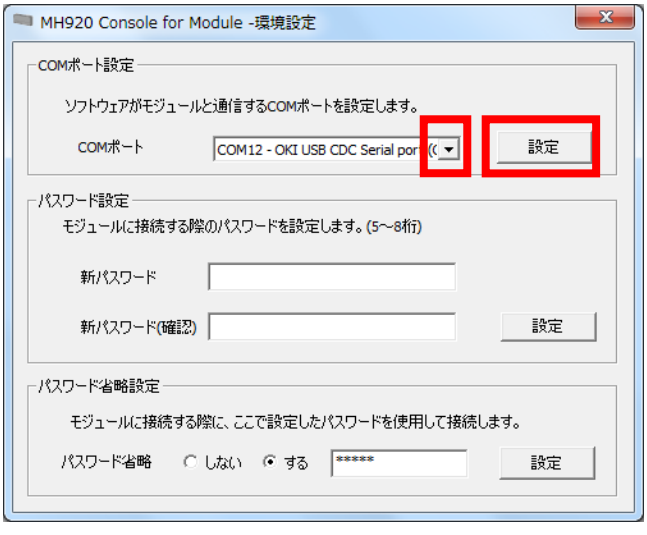

図 6.2　環境設定画面

④　「環境設定」画面を閉じ、保守コンソールを起動し、メイン画面の「測定ツール」ボタンをクリックします。

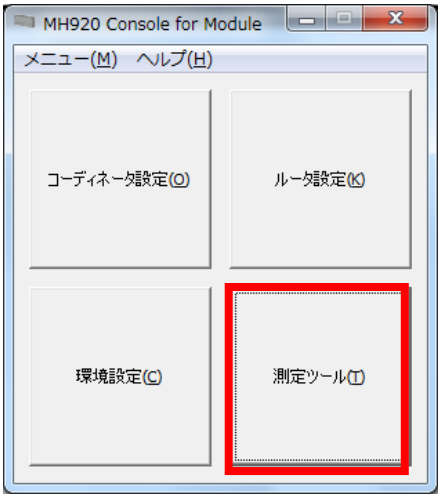

図 6.3　保守コンソールのメイン画面

⑤　以下の画面が表示されますので、「チャネルノイズスキャン」を選択し、「測定モード切替」ボタンをクリックします。

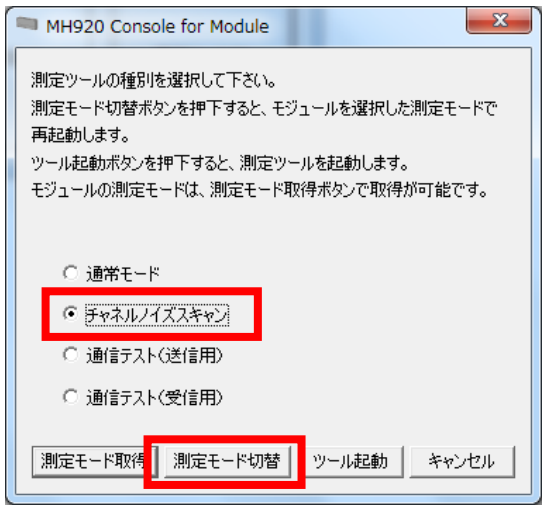

図 6.4　チャネルノイズスキャン選択画面

⑥　「環境設定」で「パスワード省略」を「しない」に設定している場合、無線ユニットへのパスワードを要求されますのでパスワードを入力し、「接続」ボタンをクリックします。

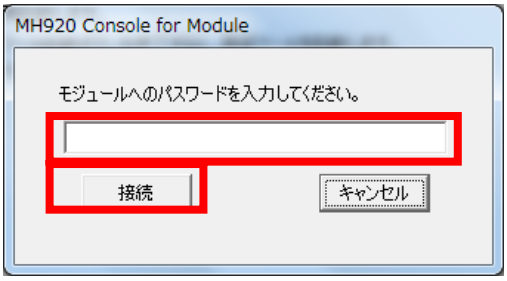

図 6.5　パスワード入力画面

⑦　以下のメッセージが表示されますので、「OK」ボタンをクリックします。

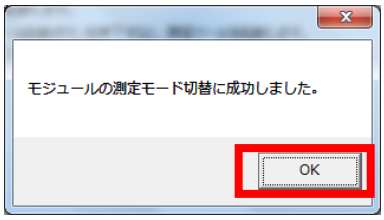

図 6.6　チャネルノイズスキャン起動確認画面

⑧　「チャネルノイズスキャン」を選択し「ツール起動」ボタンをクリックします。

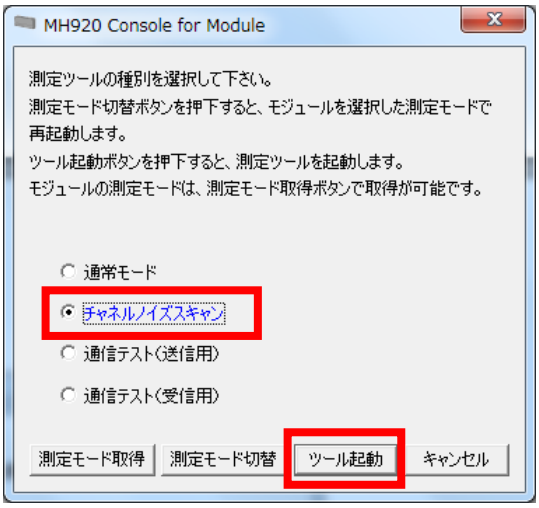

図 6.7　チャネルノイズスキャンツール起動画面

⑨　チャネルノイズスキャンツール画面が表示されます。

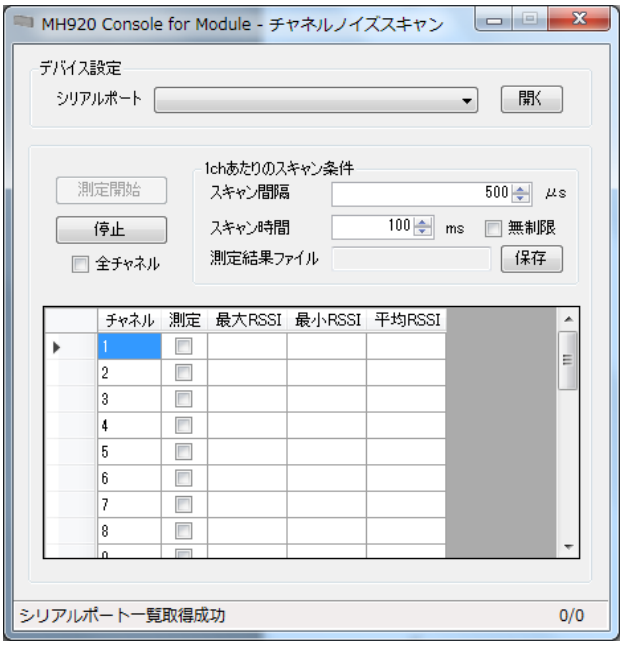

図 6.8　チャネルノイズスキャンツール画面

6.1.2.　チャネルノイズスキャンの実行

チャネルノイズスキャンの実行手順を示します。

測定中は、無線ユニットの電源を OFF にしたり、miniUSB ケーブルを抜いたりしないでください。エラーメッセージが表示され、チャネルノイズスキャンツールが強制終了します。

① 「シリアルポート」欄の▼ボタンをクリックし、無線ユニットが接続されている COM ポートを選択した後、「開く」ボタンをクリックします。

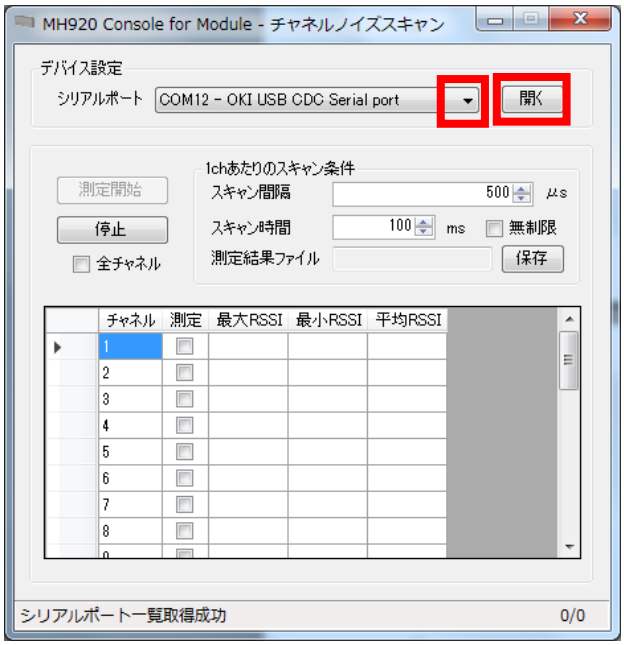

図 6.9　シリアルポート選択

② 「スキャン間隔」と「スキャン時間」を指定します。無制限のチェックボックスを指定した場合、測定時間を無限として測定し続けることが可能です。

仮に「スキャン間隔」に 500μs、「スキャン時間」に 100ms を設定した場合は、1 チャネルあたり 500μs 間隔で 100ms 間、合計 200 回の測定を行います。

[1ch あたりのチャネルノイズスキャン回数]＝（スキャン時間[ms]×1000）÷ スキャン間隔［μs］

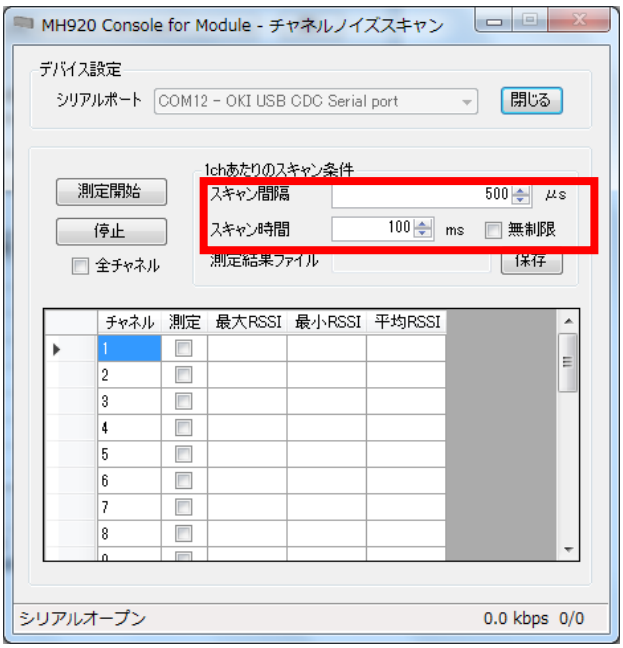

図 6.10　スキャン間隔とスキャン時間の指定

③　測定するチャネル番号を指定します。測定対象とするチャネル番号を、「測定」欄のチェックボックス、もしくは「全チャネル」のチェックボックスで選択します。

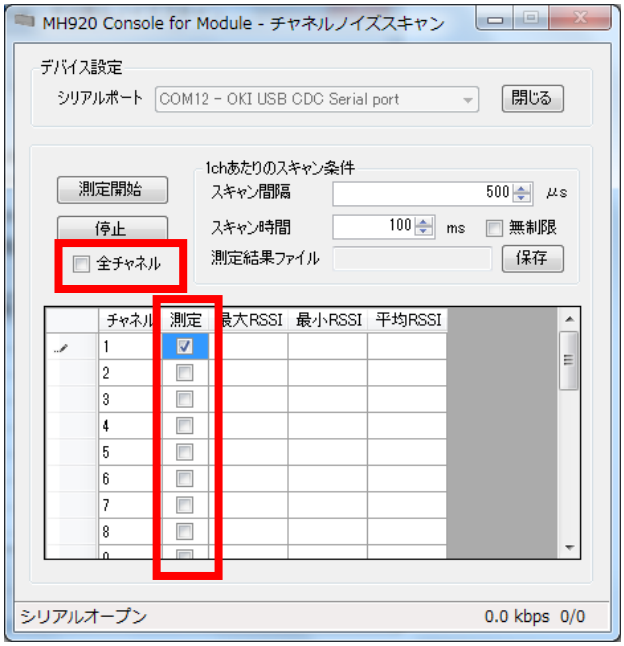

図 6.11　測定するチャネルの指定

④　測定結果ファイルを特定のフォルダ名・ファイル名で保存する場合は「測定結果ファイル」の「参照」ボタンをクリックしてフォルダ名・ファイル名を指定します。

特にフォルダ名・ファイル名を指定しない場合、以下の条件で結果ファイルが保存されます。

・フォルダ　：インストールフォルダ配下の¥chnscan¥CH-Noise_Log

・ファイル名：CHN_yymmdd-HHMMSS.csv

yy：年、mm：月、dd：日、HH：時、MM：分、SS：秒

表 6.1　測定結果ファイルの内容

項目	説明
時刻	測定時の日時を示します。
チャネル	測定したチャネルを示します。
間隔	測定間隔[μs]を表示します。
回数	1ch あたりのチャネルノイズスキャン回数を示します。
RSSI	測定時の RSSI 値を示します。

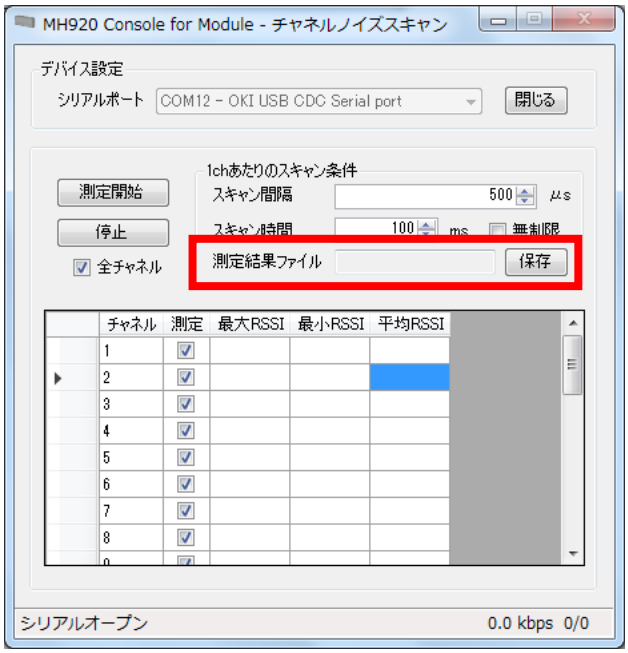

図 6.12　測定結果ファイルの指定

⑤　「測定開始」ボタンをクリックして測定を開始します。

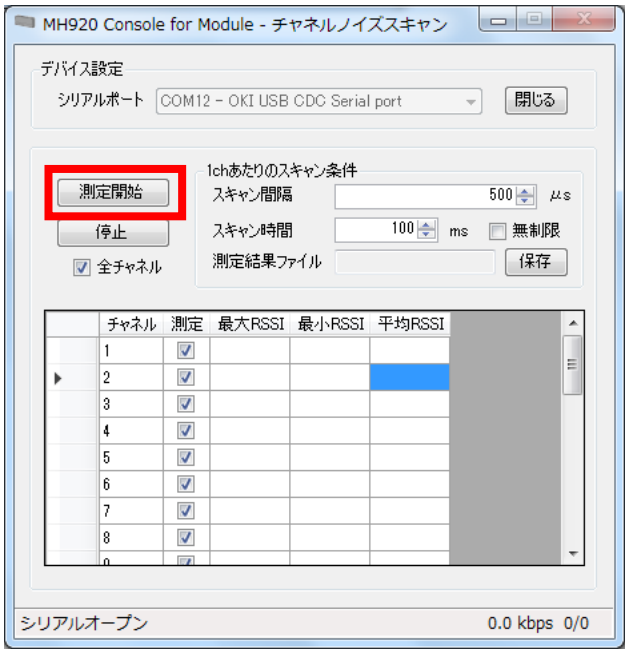

図 6.13　測定開始

⑥　測定結果が以下の画面のように表示されます。

測定結果をもとに使用チャネルを決定する場合は、得られた各 RSSI 値ができるだけ小さく、且つ、隣接チャネルの RSSI 値も低いチャネルを選択してください。詳細は 7.1.2 章チャネル番号の説明を参照してください。

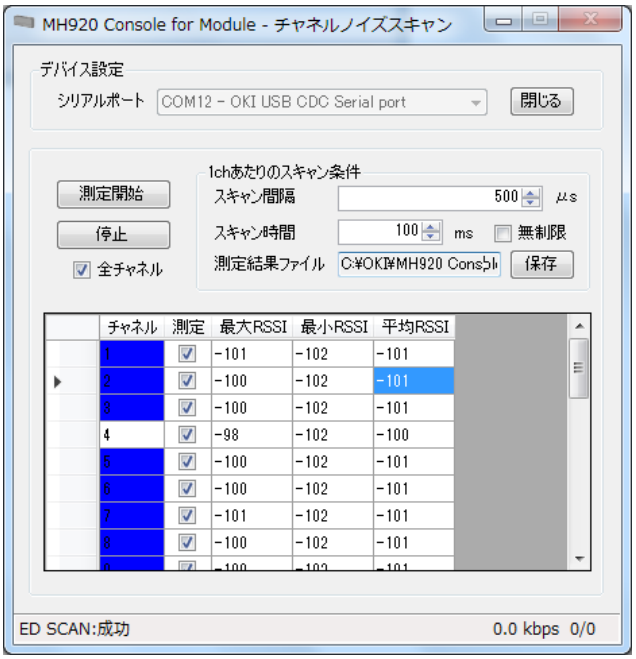

図 6.14　測定結果

表 6.2　測定結果画面の内容

項目	説明
最大 RSSI	各チャネルのスキャン結果のうち、最大の RSSI 値を表示
最小 RSSI	各チャネルのスキャン結果のうち、最小の RSSI 値を表示
平均 RSSI	各チャネルのスキャン結果を平均した RSSI 値を表示

※各 RSSI 値の表示は対数計算・端数処理により算出しているため、平均値が最大値よりも大きい数値、または最小値よりも小さい数値となる場合があります。

6.2. 通信テスト

2 台の無線ユニットを用いて、一方を送信用、他方を受信用に設定し、2 台の無線ユニット間で通信テストを実施します。親機と子機、または子機同士の組み合わせで実施可能です。また、親機、子機とも、送信用、受信用のどちらにも設定することが可能です。1 台目の無線ユニットを送信用に設定した後、2 台目を受信用に設定し測定を行います。

通信テストは、以下の 2 つの方法で行うことができます。

RSSI 値、および PER（パケットエラー率）を測定可能です。

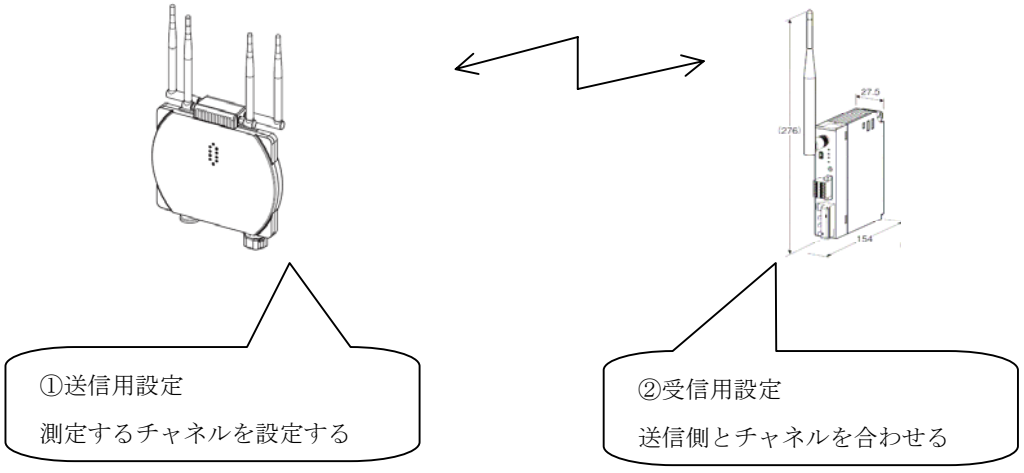

図 6.15　通信テストの構成

6.2.1.　送信用設定

1 台目の無線ユニットに送信用の設定を行います。

① スリーブアンテナ、ルーフトップアンテナのいずれも使用することができます。

② 無線ユニットと保守コンソール PC を miniUSB ケーブルで接続し、無線ユニットの電源を ON にします。

③ 保守コンソールを起動し、メイン画面の「環境設定」ボタンをクリックします。

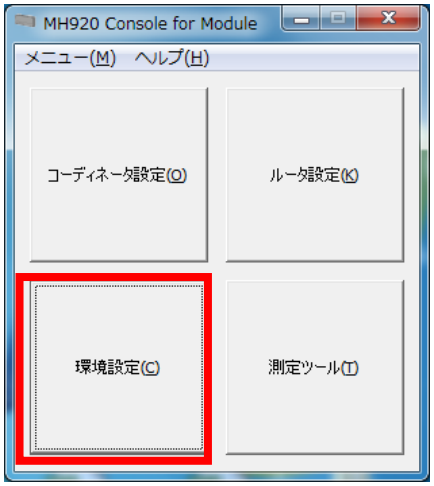

図 6.16　保守コンソールのメイン画面

④ 「COMポート」欄の▼ボタンをクリックし、無線ユニットが接続されているCOMポートを選択した後、「設定」ボタンをクリックします。

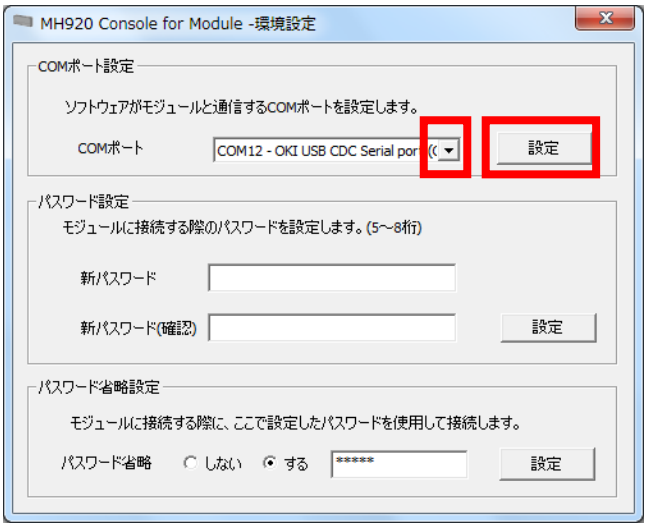

図 6.17　環境設定画面

⑤　「環境設定」画面を閉じ、保守コンソールを起動し、メイン画面の「測定ツール」ボタンをクリックします。

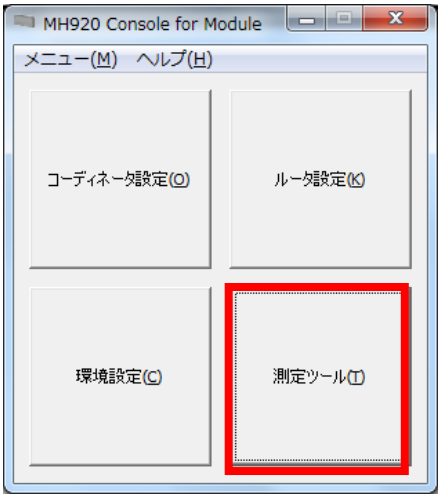

図 6.18　保守コンソールのメイン画面

⑥　以下の画面が表示されますので、「通信テスト(送信用)」を選択し、「測定モード切替」ボタンをクリックします。

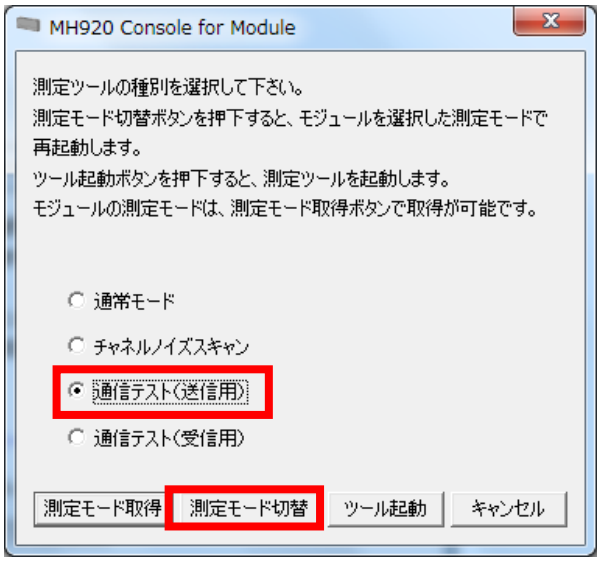

図 6.19　通信テスト（送信用）選択画面

⑦　「環境設定」で「パスワード省略」を「しない」に設定している場合、無線ユニットへのパスワードを要求されますのでパスワードを入力し、「接続」ボタンをクリックします。

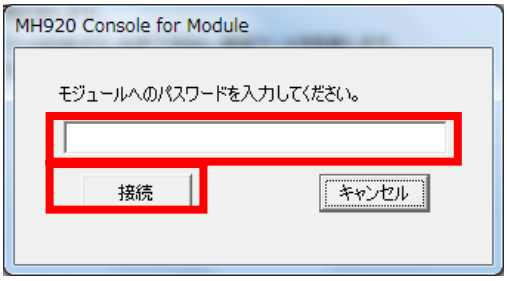

図 6.20　パスワード入力画面

⑧　以下のメッセージが表示されますので、「OK」ボタンをクリックします。

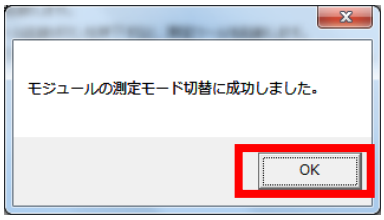

図 6.21　通信テストモード（送信用）起動確認画面

⑨　「通信テスト（送信用）」を選択し「ツール起動」ボタンをクリックします。

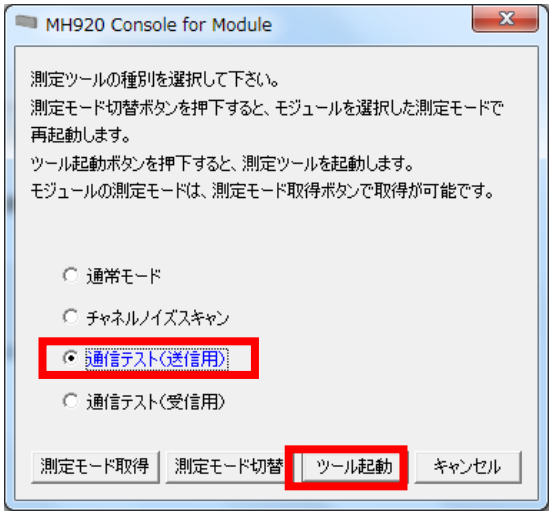

図 6.22　通信テスト（送信用）起動画面

⑩　以下の画面が表示されますので送信用に設定する無線ユニットと接続しているシリアルポートを▼ボタンで選択し、「開く」ボタンをクリックします。

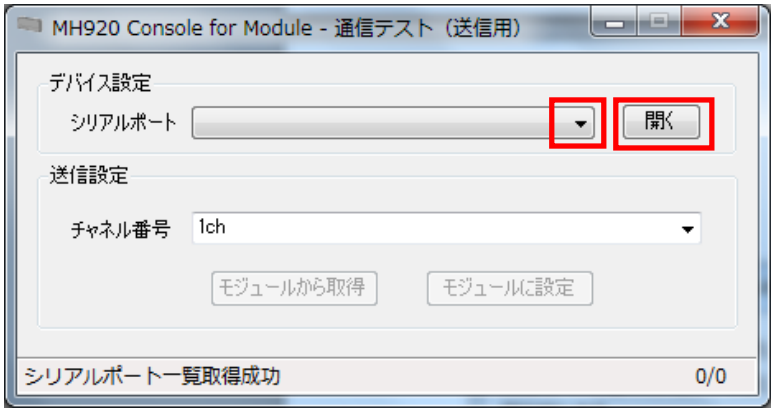

図 6.23　デバイス設定

⑪　無線を送信するチャネルを指定します。既に無線ユニットに設定されているチャネル番号を使用する場合は、「モジュールから取得」ボタンをクリックします。
新たにチャネル番号を指定する場合は、「チャネル番号」欄の▼ボタンで選択してから「モジュールに設定」ボタンをクリックします。

図 6.24　送信設定（チャネル番号設定）

⑫　コンソールの左下に「チャネル取得成功」が表示されたら、通信テスト（送信用）の設定は完了です。

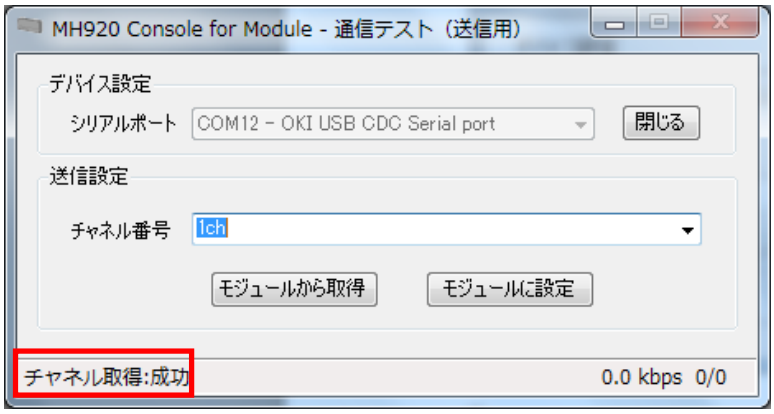

図 6.25　送信設定完了

6.2.2.　受信用設定

2 台目の無線ユニットに受信用の設定を行います。

受信用設定が完了後、RSSI、PER 測定以外の操作を行わないでください。他の操作は、測定ツールの終了（6.3 章参照）を実施し、通常モードに戻してから行ってください。

①　スリーブアンテナ、ルーフトップアンテナのいずれも使用することができます。
②　無線ユニットと保守コンソール PC を miniUSB ケーブルで接続し、無線ユニットの電源を ON にします。
③　保守コンソールを起動し、メイン画面の「測定ツール」ボタンをクリックします。

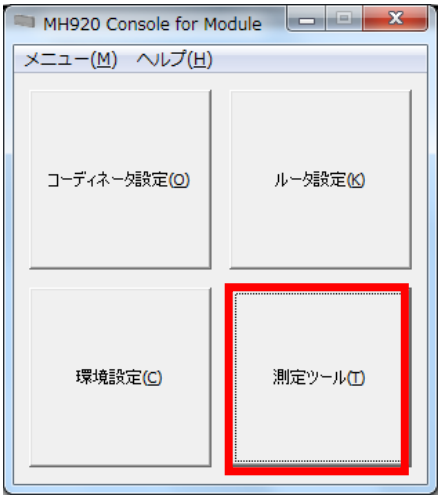

図 6.26　保守コンソールのメイン画面

④　以下の画面が表示されますので、「通信テスト(受信用)」を選択し、「測定モード切替」ボタンをクリックします。

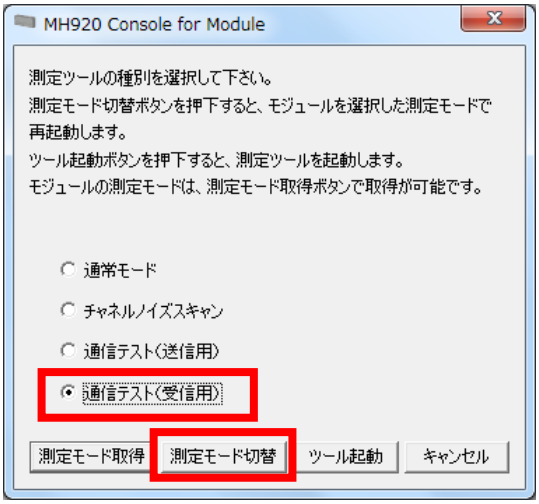

図 6.27　通信テスト（受信用）選択画面

⑤　「環境設定」で「パスワード省略」を「しない」に設定している場合、無線ユニットへのパスワードを要求されますのでパスワードを入力し、「接続」ボタンをクリックします。

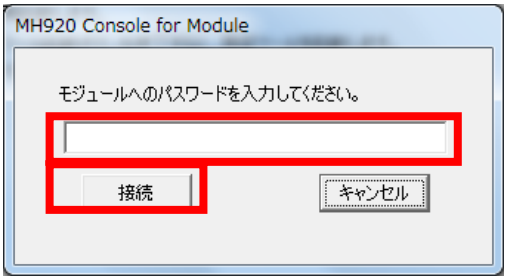

図 6.28　パスワード入力画面

⑥　以下のメッセージが表示されますので、「OK」ボタンをクリックします。

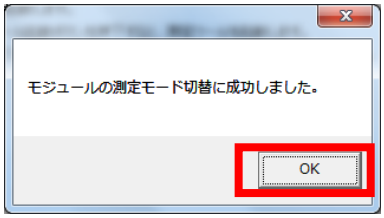

図 6.29　通信テストモード（受信用）起動確認画面

⑦　「通信テスト（受信用）」を選択し「ツール起動」ボタンをクリックします。

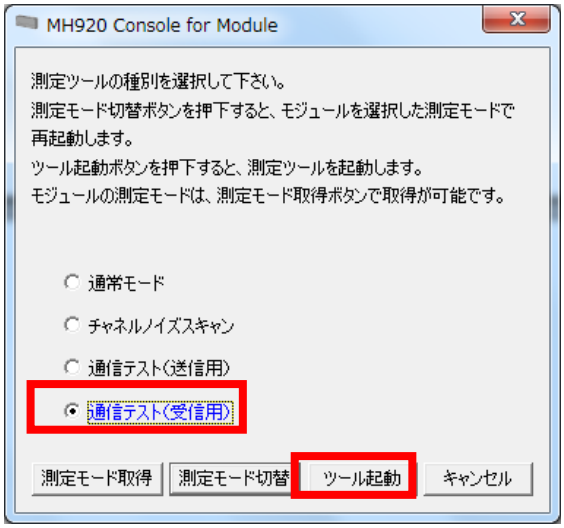

図 6.30　通信テスト（受信用）起動画面

⑧　以下の画面が表示されますので受信用に設定する無線ユニットと接続しているシリアルポートを▼ボタンで選択し、「開く」ボタンをクリックします。

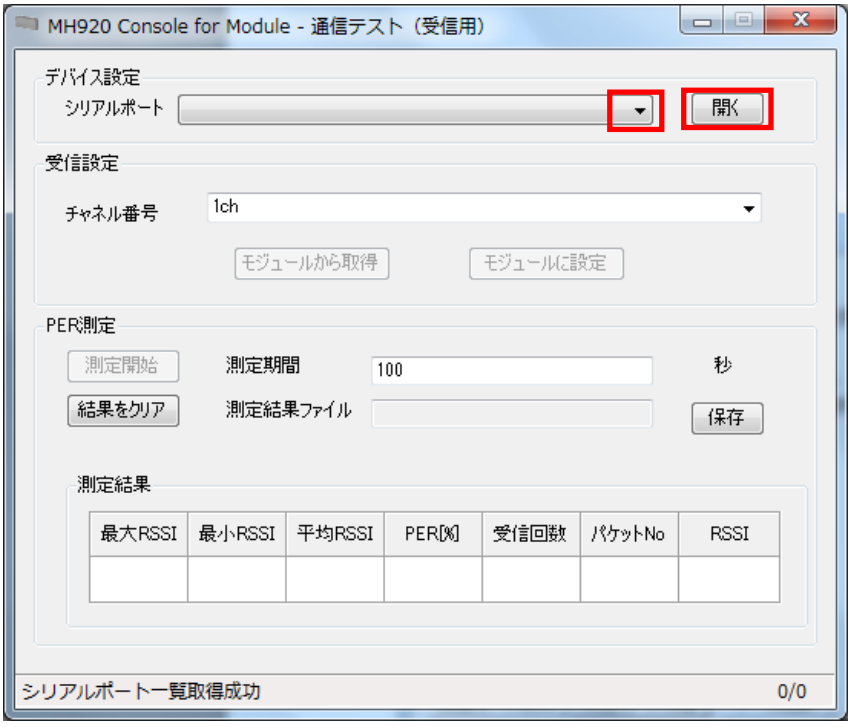

図 6.31　通信テスト（受信用）選択画面

⑨　無線を受信するチャネルを指定します。既に無線ユニットに設定されているチャネル番号を使用する場合は、「モジュールから取得」ボタンをクリックします。
新たにチャネル番号を指定する場合は、「チャネル番号」欄を▼ボタンで選択してから「モジュールに設定」ボタンをクリックします。

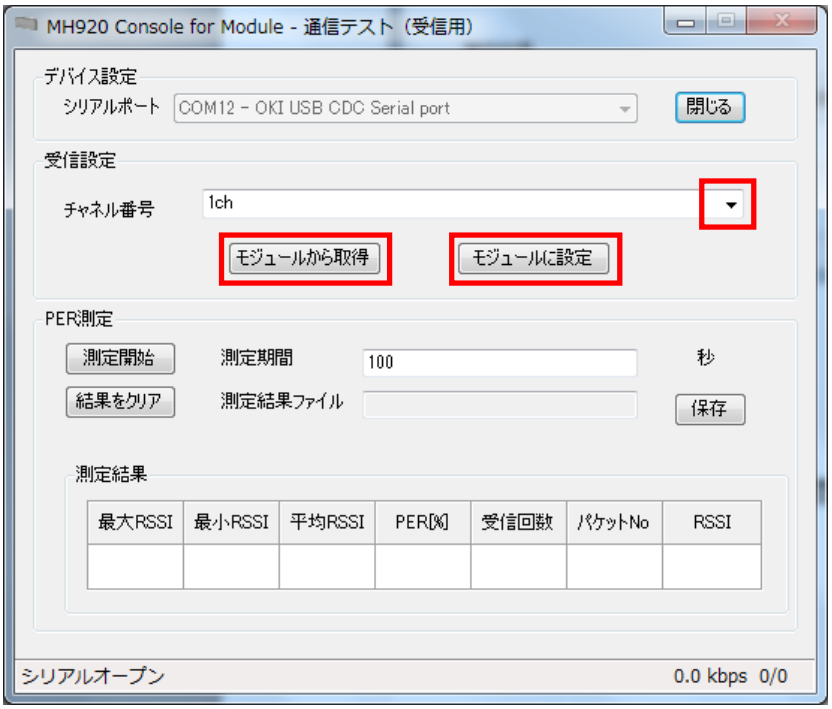

図 6.32　受信設定（チャネル番号設定）

以上で受信用の設定は完了です。

6.2.3.　RSSI、PER 測定

受信用に設定した無線ユニットで測定を行います。

①　測定期間を指定します。測定期間は秒単位で 1～600000 秒の範囲で指定可能です。

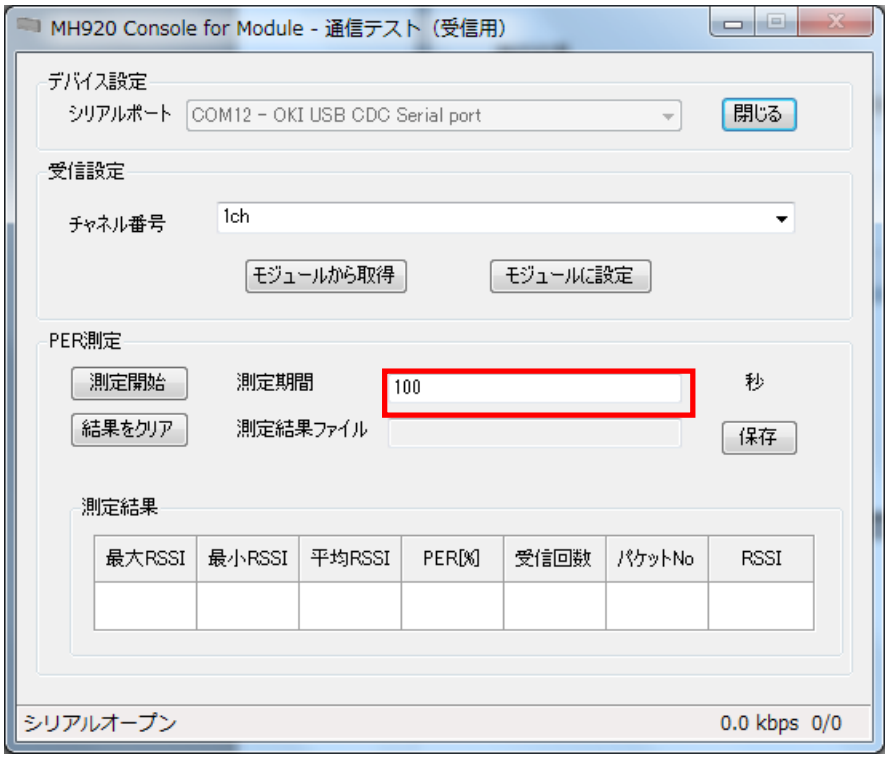

図 6.33　測定期間設定

測定結果ファイルの保存先を指定する場合は「測定結果ファイル」の「保存」ボタンで指定します。

特にフォルダ名・ファイル名を指定しない場合、以下の条件で結果ファイルが保存されます。

・フォルダ　：インストールフォルダ配下の¥ PER_Log

・ファイル名：PER_yymmdd-HHMMSS.csv

yy：年、mm：月、dd：日、HH：時、MM：分、SS：秒

表 6.3　測定結果ファイルの内容

項目	説明
最大 RSSI [dBm]	測定結果のうち、最大の RSSI 値を表示
最小 RSSI [dBm]	測定結果のうち、最小の RSSI 値を表示
平均 RSSI [dBm]	測定結果を平均した RSSI 値を表示
PER [%]	測定期間中のパケットエラー率を表示
受信回数	測定期間中に受信したパケット数を表示
パケット No	最新の受信パケット番号（通信テスト（送信用）に設定された無線ユニットが送出したパケットの番号）を表示
RSSI	最新のパケット受信時の RSSI 値を表示
ChNo	測定したチャネルを表示

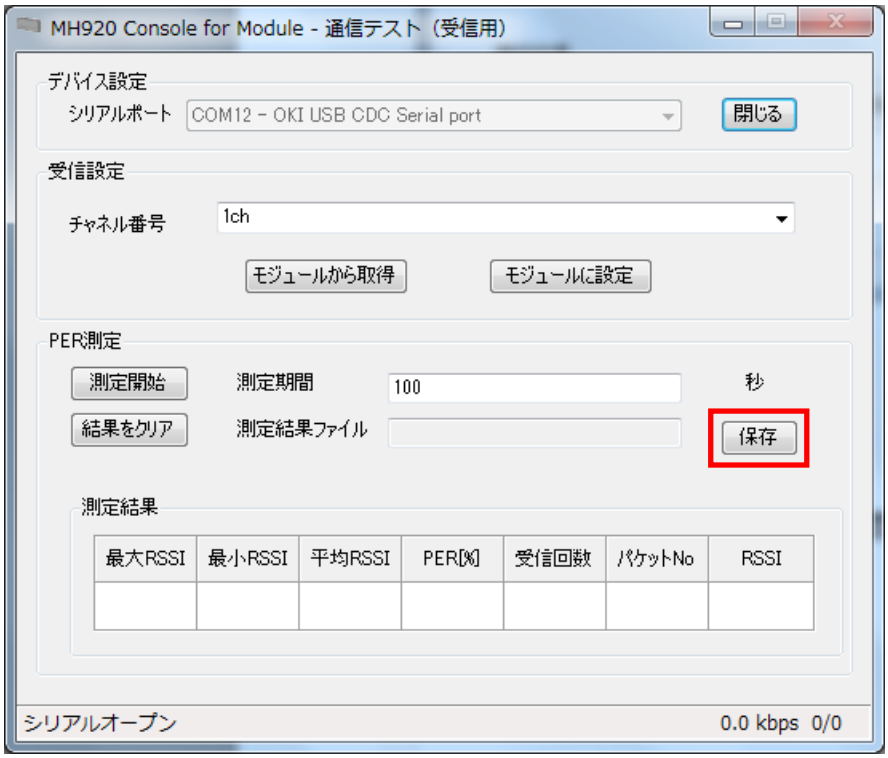

図 6.34　測定結果ファイルの保存先指定

② 「測定開始」ボタンをクリックすると測定を開始し、測定が終了すると「測定結果」欄に値が記録され、測定結果ファイルが保存されます。

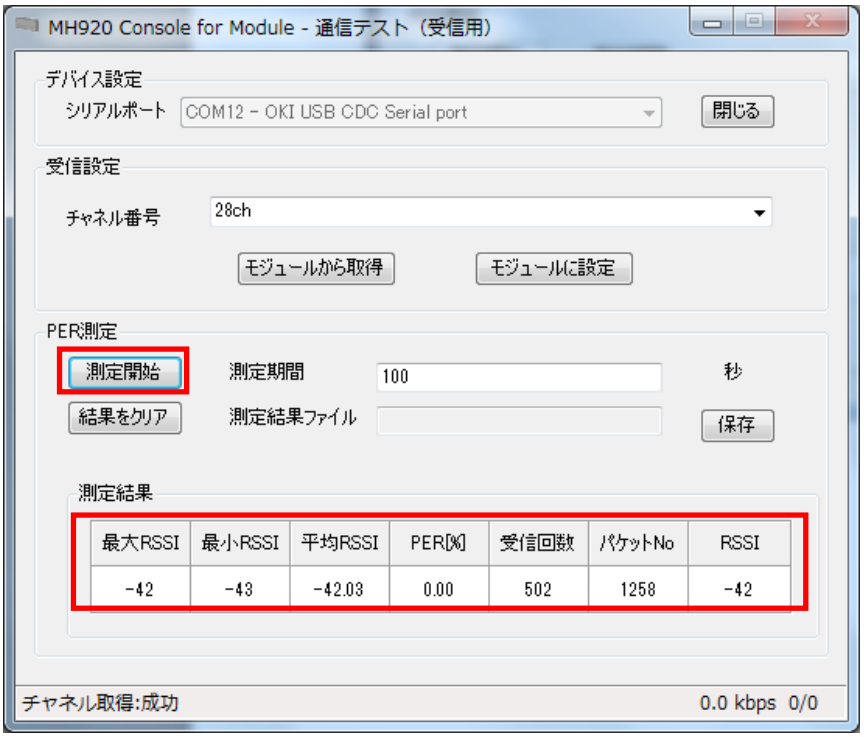

図 6.35　測定結果

表 6.4　測定結果画面の内容

項目	説明
最大 RSSI	測定結果のうち、最大の RSSI 値を表示
最小 RSSI	測定結果のうち、最小の RSSI 値を表示
平均 RSSI	測定結果を平均した RSSI 値を表示
PER [%]	測定期間中のパケットエラー率を表示
受信回数	測定期間中に受信したパケット数を表示
パケット No	最新の受信パケット番号（通信テスト（送信用）に設定された無線ユニットが送出したパケットの番号）を表示
RSSI	最新のパケット受信時の RSSI 値を表示

PER は 0.01%未満、平均 RSSI が-90dBm 以上で運用することを推奨します。
ただし、上記の値が必須条件ではありません。最終的には、利用されるシステム・環境で許容できるエラー発生率を考慮し、お客様ご自身で基準となる PER 値を設定し、設置可否をご判断ください。

6.3. 測定ツールの終了

測定ツール（チャネルノイズスキャンツール、または、通信テスト）を終了する手順を示します。

① チャネルノイズスキャンツール、通信テスト(送信用)または通信テスト(受信用)ウィンドウの「デバイス設定」-「シリアルポート」の「閉じる」ボタンをクリックすると、ウィンドウ右上の「×」ボタンがアクティブになりますので、「×」ボタンをクリックします。以下のウィンドウが表示されますので「OK」ボタンをクリックします。
通信テスト終了時は送信用、受信用の両方を終了させます。

図 6.36　測定ツールの終了

② 測定ツール選択画面に戻りますので「通常モード」を選択します。

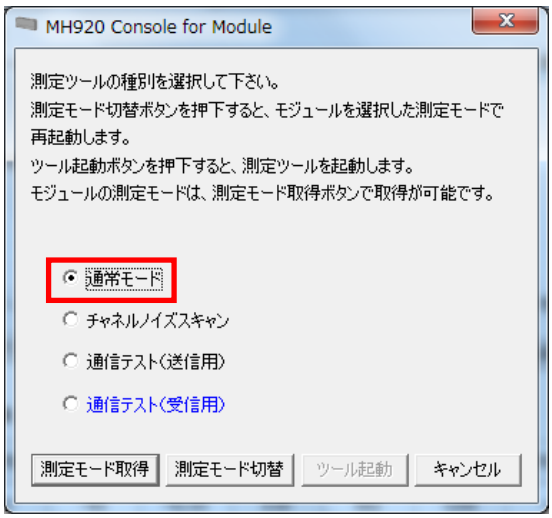

図 6.37　通信テスト（受信用）選択画面

③ 「測定モード切替」ボタンをクリックします。

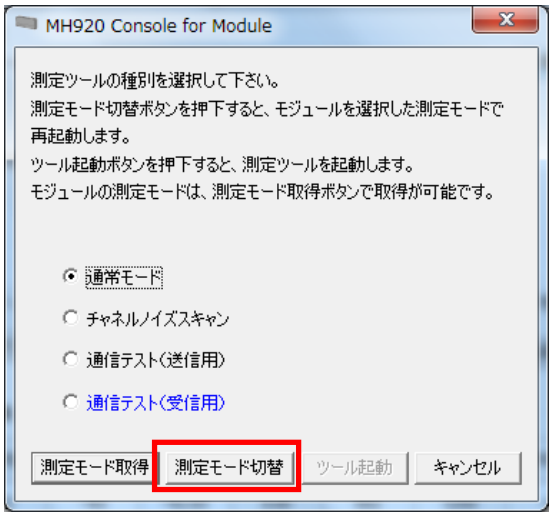

図 6.38　通信テスト（通常モード）選択画面

④ 以下のウィンドウが表示されますので「はい」ボタンをクリックします。

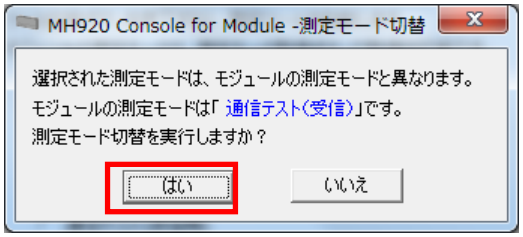

図 6.39　測定モード切替画面

⑤　無線ユニットが通常状態で再起動し、以下のウィンドウが表示されますので「OK」ボタンをクリックします。

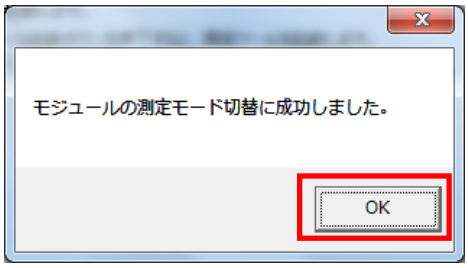

図 6.40　測定モード切替成功画面

7. 無線ユニットのパラメータ値の検討

無線ユニットを用いてマルチホップネットワークを構成するため、下記に示す無線ユニットのパラメータ値をそれぞれ決定します。

表 7.1　パラメータ値

パラメータ	親機	子機	備考
PAN ID（グループ番号）	◎	◎	親機と子機で設定を合わせてください。
チャネル番号	◎	◎	親機と子機で設定を合わせてください。
ネットワーク名	◎	◎	親機と子機で設定を合わせてください。
電波送信の監視単位時間	△	△	
送信出力	△	△	
ダイバーシティ有無	－	－	固定親機は有、子機は無です。
暗号鍵	◎	◎	親機と子機で設定を合わせてください。
MAC アドレス認証	△	－	親機に設定
接続許可する無線機リスト	△	－	親機に設定
接続拒否する無線機リスト	△	－	親機に設定
IPv6 プレフィックス	△	－	親機に設定
ショートアドレス	－	◎	親機は固定 0000、子機は個別に設定
局番の指定方法	◎	－	親機に設定
局番リスト	※1	－	※1 リスト方式時に設定
パケットフィルタリング	◎	◎	
経路固定設定	－	△	
ネットワーク規模調整	◎	◎	親機と子機で設定を合わせてください。
無線機接続用パスワード	※2	※2	※2 初期値のままでも使用可能ですが、変更することを推奨します。

◎：設定必須

－：設定不可

△：初期値のまま使用可能

7.1. 設定パラメータの説明

7.1.1. PAN ID (グループ番号)

無線ユニットは、親機の配下に無線マルチホップネットワーク（無線 PAN ： Personal Area Network）を構成します。無線ユニット親機は、自身に設定されているチャネル番号（周波数帯）を使用して PAN を構成します。この無線ユニット親機が構成する PAN に対しては、その識別子として使用する PAN ID を付与します。この PAN ID は親機ごとに重複しない ID となるように設定する必要があります。親機はあらかじめ設定された PAN ID を用いて、自身の無線 PAN を構成します。

無線ユニット子機には、接続する親機の PAN ID を設定します。

なお、無線ユニット子機に PAN ID を設定しない場合は、自身の PAN ID を自動的に取得します。ネットワーク接続時に行われるネットワーク探索で、接続先の候補となる PAN ID（親機）の中から、最も高い電波強度を持つ親機を接続先として選択し、当該親機と同じ PAN ID を自身の PAN ID として設定します。また、指定された PAN ID が子機から確認できる範囲に存在しない場合は、PAN ID の指定がない場合と同様に、RSSI 値の最も良い PAN に対して優先的に接続を試みます。注）無線ユニット子機の PAN ID は設定して使用する事を推奨します。

無線ユニットに指定する PAN ID は、表 7.2　PAN ID の設定値の範囲から設定します。

表 7.2　PAN ID

対象	設定有無	設定値の仕様・範囲	備考
親機	必須	4 桁の 16 進数 0x0001～0xFFFE の範囲	他の親機と重複しない値とすること
子機	必須	4 桁の 16 進数 0x0001～0xFFFE の範囲	接続する親機に合わせて設定します。

7.1.2. チャネル番号

無線ユニット親機は無線ネットワーク(PAN)を構成するために使用するチャネル番号を下表にある1～28chの中から 1 つ設定する必要があります。親機に設定するチャネル番号は、チャネルが重複すると電波干渉が発生し、正常な通信ができなくなる可能性があるため、電波の届く範囲に設定された他の無線ユニットで使用しているチャネルとは異なるチャネルを設定する必要があります。

表 7.3　チャネル番号

チャネル番号	単位チャネル番号	中心周波数
1	33ch　,34ch	922.5 MHz
2	34ch　,35ch	922.7 MHz
3	35ch　,36ch	922.9 MHz
4	36ch　,37ch	923.1 MHz
5	37ch　,38ch	923.3 MHz
6	38ch　,39ch	923.5 MHz
7	39ch　,40ch	923.7 MHz
8	40ch　,41ch	923.9 MHz
9	41ch　,42ch	924.1 MHz
10	42ch　,43ch	924.3 MHz

チャネル番号	単位チャネル番号	中心周波数
11	43ch　,44ch	924.5 MHz
12	44ch　,45ch	924.7 MHz
13	45ch　,46ch	924.9 MHz
14	46ch　,47ch	925.1 MHz
15	47ch　,48ch	925.3 MHz
16	48ch　,49ch	925.5 MHz
17	49ch　,50ch	925.7 MHz
18	50ch　,51ch	925.9 MHz
19	51ch　,52ch	926.1 MHz
20	52ch　,53ch	926.3 MHz

チャネル番号	単位チャネル番号	中心周波数
21	53ch　,54ch	926.5 MHz
22	54ch　,55ch	926.7 MHz
23	55ch　,56ch	926.9 MHz
24	56ch　,57ch	927.1 MHz
25	57ch　,58ch	927.3 MHz
26	58ch　,59ch	927.5 MHz
27	59ch　,60ch	927.7 MHz
28	60ch　,61ch	927.9 MHz

周辺で使用されていないチャネル番号を確認して親機に設定してください。

チャネル番号は 2 つの単位チャネル番号を束ねて使用するため、隣接する 2 つのチャネル番号において、それぞれ重複する単位チャネル番号が使用されます。この重複による電波干渉を排除するため、新規に設置する無線ユニットに対しては、隣接する無線マルチホップネットワークのチャネル番号とは、重複・隣接しないチャネル番号を割り当てることを推奨します。

無線ユニット子機は接続を試みる親機のチャネル番号をあらかじめ設定する必要があります。子機には最大 10 個までのチャネル番号を指定できますが、複数のチャネル番号を指定した場合は、ネットワーク探索時にチャネルスキャン処理の時間を要することになり、ネットワーク参加までの時間が長くなります。

7.1.3. ネットワーク名

複数の無線ユニット親機を隣接した場所に設置する場合、子機が誤って異なる親機に接続しないように、無線ユニット親機が構成するネットワークに識別子を付けて管理することが可能です。この識別子はネットワーク名と呼ばれ、16 文字以内の半角英数字と一部の記号（“　”半角スペース、“-”ハイフン、“_”アンダーバー、“.”ドット、“@”アットマーク）が使用できます。

ネットワーク名は無線ユニット親機、子機それぞれに登録する必要があり、子機は自身に設定されているネットワーク名と異なるネットワーク名を持つ親機に対して接続することはできません。このネットワーク名を用いることで、親機ごとに個別に構成される PAN を、1 つのネットワークとして定義した運用が可能となります。

無線ユニットに指定するネットワーク名は、下表の設定値の範囲から設定します。

表 7.4　ネットワーク名

対象	設定有無	設定値の仕様・範囲	備考
親機	必須	16 文字以内の半角英数字と記号(※)	他の親機と重複しない値とすること
子機	必須	16 文字以内の半角英数字と記号(※)	親機と同じ値を設定すること

※　使用できる記号は、「 」(半角スペース)、「-」(ハイフン)、「_」(アンダーバー)、「.」(ドット)、「@」(アットマーク)の 5 種類です。

7.1.4. 電波送信の監視単位時間

本無線ユニットは、一般社団法人 電波産業会で規定された標準規格（ARIB STD-T108）に準拠しています。920MHz 周波数帯域を使う無線通信は、ARIB STD-T108 で規定される送信時間制限（10% Duty 制限）を遵守する必要があります。これは、下表のように通信処理において、920MHz 以外の無線通信では見られない、特徴的な通信制約となります。

表 7.5　無線ユニットの電波送信時間制限

空中線電力	適用 CH 番号	単位 CH 帯域幅	同時使用 CH	キャリアセンス時間	送信時間制限	休止時間	1 時間あたり送信時間総和
20mW 以下	33-61	200kHz	2ch	128μs 以上	3ms を超え 200ms 以下	2ms	360s 以下
					3ms 以下	なし	

このため無線ユニットは、電波使用率を計測するための電波送信時間の監視機能を持っています。しかし、任意の 1 時間の枠内において送信時間を必ず 360 秒以下に抑えるため、この監視単位時間ごとに電波が送信可能である時間が変化します。

下図の例では、監視単位時間の設定を 60 分と 30 分にそれぞれ設定した場合になります。仮に監視単位時間を 60 分に設定した場合、任意の 1 時間で 360 秒以内の電波送信時間に収めるためには、連続した 2 回の監視単位時間の最初と最後の 3 分に電波を送信した場合が考えられるため､60 分間での電波送信可能時間は 3 分間となります。同様に考えると、監視単位時間を 30 分に設定した場合は、60 分間での電波送信可能時間は 4 分間となります。

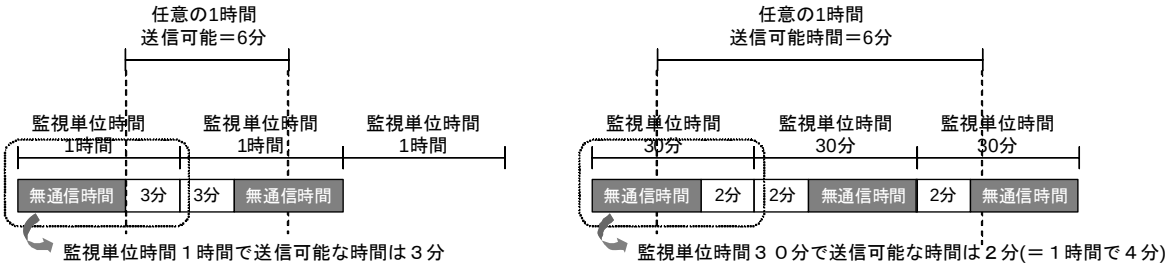

図 7.1　監視単位時間ごとの電波送信可能時間

この図にも示されるように、無線ユニットで可能となる電波送信時間は、実際は 1 時間あたり 360 秒よりも短い時間しか通信できません。

なお、無線ユニット親機、子機での監視単位時間の初期値は装置は 30 分（1,800 秒）となっています。

無線ユニットに指定する電波送信の監視単位時間は、下表の設定値の範囲から設定します。

表 7.6　電波送信の監視単位時間

対象	設定有無	設定値の仕様・範囲	備考
親機	必須	10～3600（秒）	装置初期値：1,800(秒)
子機	必須	10～3600（秒）	装置初期値：1,800(秒)

7.1.4.1.　データ収集周期の簡易試算方法

無線ユニットを用いることによるデータ収集周期の簡易的な試算方法を下記に示します。なお、本試算方法で用いている数値は概算値であり、電波環境によってこの値は大きく変動することがあります。

今回は、次に示すモデル構成を例として、データ収集装置でセンサからデータを取得する収集周期時間を試算する条件と算出式を示します。なお、コマンドレスポンスの試算は、子機に接続されているセンサ装置のみが試算対象となります。また、試算にはタイムアウト等によるデータ収集リクエストの再送は考慮されていません。

【試算条件】

表 7.7　試算条件

項目	数値（単位）	備考
親機から子機への送信データサイズ	8（Byte）	Input Register（3X）１ポイント数をコマンドバイト数計算より算出
子機から親機への送信データサイズ	7（Byte）	Input Register（3X）１ポイント数をコマンドバイト数計算より算出
送受信データサイズにもとづく 基準コマンドレスポンス時間	161（ms）	Input Register（3X）/Holding Register（4X）の１ポイント数でコマンドレスポンス時間 早見表より参照
1 ホップあたりの発生する遅延時間	80（ms）	

【参考】Modbus コマンドバイト数計算式

表 7.8　コマンドバイト数計算

レジスタ	アクセス	計算式（n=ポイント数）	
		コマンド	レスポンス
Coil	読み出し	8	5 + (n + 7) ÷ 8（小数点以下切り捨て）
	書き込み	9 + (n + 7) ÷ 8（小数点以下切り捨て）	8
Discrete Input	読み出し	8	5 + (n + 7) ÷ 8（小数点以下切り捨て）
Holding Register	読み出し	8	5 + n × 2
	書き込み	9 + n × 2	8
Input Register	読み出し	8	5 + n × 2

【算出式】

子機のコマンドレスポンス時間目安

=（基準コマンドレスポンス時間 ＋ ホップ遅延時間 ×(ホップ数 － 1)）× 接続する数　　式 7.1

※ホップ数とは通過する中継機の台数です。すべての子機が中継機になります。

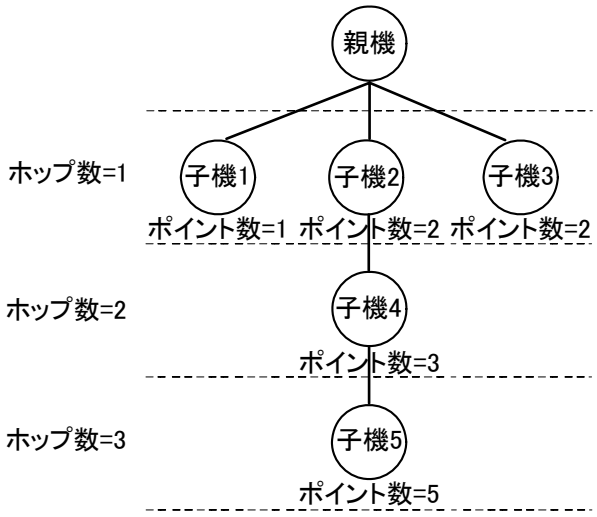

図 7.2　コマンドレスポンス時間の試算モデル構成

このモデル構成を上記の計算式に当てはめた場合の、子機ごとのコマンドレスポンス時間を下表に示します。

表 7.9　モデル構成における各子機のコマンドレスポンス時間

通信先	レスポンス時間（ms）	ホップ数	ポイント数	無線ユニット1台ごとのコマンドレスポンス時間	コマンドレスポンス時間（ms）
子機1		1	1	(161+80×(1-1))×1	161
子機2		1	2	(161+80×(1-1))×2	322
子機3		1	2	(161+80×(1-1))×2	322
子機4		2	3	(161+80×(2-1))×3	723
子機5	161	3	5	(161+80×(3-1))×5	1605

以上から、子機5までに接続されたセンサ装置からのデータ収集周期は、

データ収集周期＝161 ＋ 322 ＋ 322 ＋ 723 ＋ 1605 ＝ 3133（ms）

となります。3133(ms)以上に設定する必要が有ります。

今回のモデル構成の試算に使用したコマンドレスポンス時間は、下表に示す早見表から確認することが可能です。

表 7.10　コマンドレスポンス時間 早見表

Coil（0X）/Input（1X）（bit単位）

ポイント数	1	200	400	600	800	1000
レスポンス時間(ms)	148	172	195	224	240	257

Input Register（3X）/Holding Register（4X）（word単位）

ポイント数	1	20	40	60	80	100	120
レスポンス時間(ms)	161	177	211	240	267	303	332

7.1.4.2.　電波送信時間の試算

以下の方法により、監視単位時間あたりのコマンドレスポンス時間が 10% Duty 制限以内に収まるか判断するためのおおよその目安を得ることができます。

最も多くの電波を送信する無線ユニットは、接続構成とセンサ数、送信するデータサイズに依存するため、まず最も多くの電波を送信する無線ユニットを割り出します。

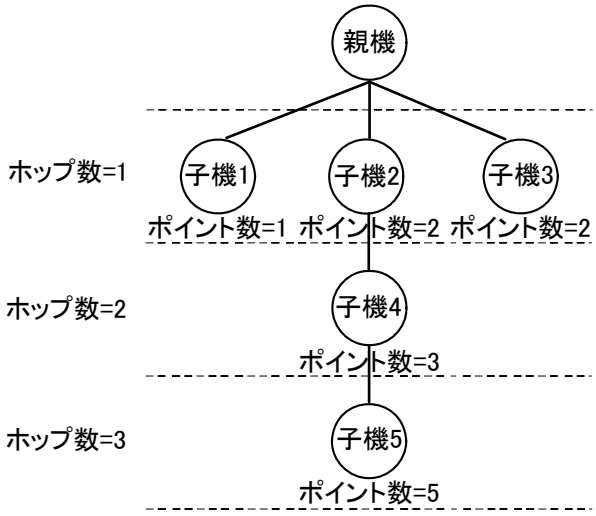

図 7.3　電波送信時間の試算モデル構成

各無線ユニットの､上り/下り方向への電波送信回数と1回の送信データサイズ､Ack(応答)パケットから、データ収集周期1回あたりにおける各無線ユニットの電波送信量を求めます。

まず初めに送信データのサイズを計算します。無線のヘッダ部のサイズを下記によります。

表 7.11　ヘッダサイズ

項目		ホップ数	無線ヘッダ長(単位)	備考
無線ヘッダサイズ	上り	一律	88 (Byte)	
	下り	1	88 (Byte)	
	下り	2～5	104 (Byte)	
	下り	6～9	112 (Byte)	
	下り	10～13	120 (Byte)	
	下り	14～16	128 (Byte)	
ACK サイズ	―	一律	25 (Byte)	

【試算条件】

表 7.12　試算条件におけるデータサイズ

項目	数値（単位）	備考
親機から子機への送信データサイズ（下り）	8 (Byte)	
子機から親機への送信データサイズ（上り）	7 (Byte)	

表 7.13　送信データサイズ

項目	上り/下りホップ数		数値（単位）	備考
送信データサイズ	下り	1	96 (Byte)	データサイズ：8Byte、ヘッダ長：88Byte
	下り	2～5	112 (Byte)	データサイズ：8Byte、ヘッダ長：104Byte
	上り	-	95 (Byte)	データサイズ：7Byte、ヘッダ長：88Byte

【データ収集周期 1 回あたりにおける各無線ユニットの電波送信量】

表 7.14　各無線ユニット送信データサイズ

対象無線ユニット	上り/下りホップ数	送信回数	一回の送信データサイズ	合計
親機	上り	0	0 (Byte)	1573 (Byte)
	下り 1 ホップ	13	96 (Byte)	
	Ack(応答)パケット	13	25 (Byte)	
子機 1	上り	1	95 (Byte)	120 (Byte)
	下り	0	0 (Byte)	
	Ack(応答)パケット	1	25 (Byte)	
子機 2	上り	10	95 (Byte)	2296 (Byte)
	下り 2 ホップ	8	112 (Byte)	
	Ack(応答)パケット	18	25 (Byte)	
子機 3	上り	2	95 (Byte)	240 (Byte)
	下り	0	0 (Byte)	
	Ack(応答)パケット	2	25 (Byte)	
子機 4	上り	8	95 (Byte)	1770 (Byte)
	下り 3 ホップ	5	112 (Byte)	
	Ack(応答)パケット	13	25 (Byte)	
子機 5	上り	5	95 (Byte)	600 (Byte)
	下り	0	0 (Byte)	
	Ack(応答)パケット	5	25 (Byte)	

今回の試算モデル構成においてもっとも電波送信量が多い無線ユニットは、子機 2 なので、子機 2 において、10% Duty 制限にかからないか計算します。

7.1.4.3.　子機 2 の試算条件

表 7.15　子機 2 試算条件における電波送信時間

項目	数値（単位）	備考
監視単位時間	600 (s)	監視単位時間あたりの電波送信可能時間は 51.4 (s)
データ収集周期	3133 (ms)	7.1.4.1 項　データ収集周期の簡易試算方法参照
データ収集周期当たりの 子機 2 送信データサイズ	2296 (Byte)	7.1.4.2 項　電波送信時間の試算参照
伝送速度	100 (kbps)	

以上から、子機 2 に対する監視単位時間当たりの最大電波送信可能時間を以下のように計算できます。

①　１時間における送信可能時間の計算式は

１時間における送信可能時間(s)＝360(s)÷（設定値(s)／3600(s)＋１）　　式 7.2

②　監視単位時間あたりの電波送信可能時間の計算式は

監視単位時間あたりの送信可能時間(s)＝360(s)÷（3600(s)／設定値(s)＋１）　　式 7.3

監視単位時間あたりの送信可能時間(s) = 360÷（3600／600＋1）= 51.42 (s)

③　１周期あたりの送信時間 =（送信データサイズ）÷ 伝送速度　　式 7.4

１周期あたりの送信時間 = (2296(Byte)×8)(bit)÷ 100 (kbps)
= 18368(bit)÷ 100000 (bps) = 0.18368 (s)

④　監視単位時間あたりの最大データ取得回数 = 監視単位時間 ÷データ収集周期　　式 7.5

監視単位時間あたりの最大データ取得回数=600(s)÷(3133(ms)÷1000)(s) = 191.51 (回)

⑤　最大電波送信可能時間 =

１周期あたりの送信時間 × 監視単位時間あたりの最大データ取得回数　　式 7.6

最大電波送信可能時間 = 0.18368(s)×191.51(回) ≒ 35.2 (s)

よって、今回の試算モデル構成では、最大電波送信可能時間 35.2 (s) ＜ 電波送信可能時間 51.4 (s) となることから、10% Duty 制限以内に収まると想定されます。

7.1.4.4.　10%Duty 発生時の対処

表 7.16 10%Duty 発生時の対処

異常の内容	原因	対処方法
頻繁に 10%Duty が発生する。	・無線ユニットのトポロジ構成上、通信可能なデータ量以上の通信が発生しています。 ・電波環境が悪化し、無線ユニットの性能を発揮できない状態です。	・データ収集周期の設定を長めに変更することで、監視単位時間あたりの通信頻度を減らします。 ・遮蔽物、振動源などの除去、もしくは影響がない場所に無線ユニットを移設します。 ・ノイズチェックを実施し、影響・干渉の少ない ch に設定変更します。

7.1.5. 送信出力

電波の送信出力を変更することで、電波飛距離を変更することができます。

本無線ユニットは、電波の送信出力を 20mW/1mW/0.16mW の 3 段階から選択できます。

表 7.17　送信出力

対象	設定有無	設定値の仕様・範囲	備考
親機	必須	20mW/1mW/0.16mW	
子機	必須	20mW/1mW/0.16mW	

7.1.6. ダイバーシティ

無線ユニット親機では、MAIN アンテナと SUB アンテナの 2 本のアンテナを接続し、ダイバーシティの設定になっています。隣接無線ユニットとの間でより RSSI 値の良いアンテナを通じて電波の受信を行うことが可能となります（この場合、送信アンテナは MAIN 側固定となります)。ダイバーシティの設定は、無線ユニット子機ではダイバーシティの設定はできません。

表 7.18　ダイバーシティ

対象	設定有無	設定値の仕様・範囲	備考
親機	不要	あり	固定
子機	不要	なし	固定

7.1.7. セキュリティ設計

無線ユニットが無線マルチホップネットワークに参加するには、子機から親機への参加認証を行う必要があります。この参加認証の方法として、無線ユニットには以下の 2 つの方法が用意されています。

・暗号鍵による参加認証
・MAC アドレスによる参加認証

また、以下の方法により、特定の子機のネットワーク参加を拒否することができます。

・MAC アドレスによる参加拒否

なお、無線ユニットでは、暗号鍵による参加認証の登録・設定は必須となります。MAC アドレスによる参加認証の利用については任意での選択となりますが、2 つの認証方式を併用することで、セキュリティをより強固にすることが可能となります。

(1) 暗号鍵による参加認証

無線マルチホップネットワークでは、Wi-Fi 等の他の無線ネットワークと同様に、AES 暗号アルゴリズムを用いて暗号化された無線通信が行われます。各無線ユニット子機はネットワーク参加時に、暗号化および復号化を行うために必要となる NW 正規暗号鍵を親機から貰い受ける必要があり、この NW 正規暗号鍵を取得するために、無線ユニット子機に暗号鍵を事前に登録しておく必要があります。
暗号鍵は 32 桁の 16 進数によって設定します。

暗号鍵による参加認証のみを行う場合、暗号鍵は、子機のネットワーク参加認証の他に、ネットワーク上のデータ通信時の暗号鍵としても使用されます。このため、子機に設定する暗号鍵は、親機に設定した暗号鍵と同じ値を設定する必要があります。

無線ユニットに指定する暗号鍵は、下表の内容から設定します。

表 7.19　暗号鍵

対象	設定有無	設定値の仕様・範囲	備考
親機	必須	32 桁の 16 進数	
子機	必須	32 桁の 16 進数	親機に設定した暗号鍵と同じ値を設定する

(2) MAC アドレスによる参加認証

MAC アドレスによる参加認証を行う場合、親機にあらかじめネットワークへの参加を許可する無線ユニット子機の MAC アドレスを登録しておくことが必要となります。これにより、登録されている無線ユニット子機に対してのみネットワークの参加を許可することが可能となります。

この MAC アドレスによる参加認証を行うことで、悪意ある第三者による無線ユニット子機のネットワークへの参加を拒否することが可能となります。

なお、この MAC アドレスによる参加認証を行う場合は、子機に設定する暗号鍵は子機ごとに異なる暗号鍵を設定することもできます。MAC アドレスの登録できる最大数は、200 個までとなります。
MAC アドレスは無線ユニットの設定ツールで確認できます。

表 7.20　MAC アドレス認証

対象	設定有無	設定値の仕様・範囲	備考
親機	必須	しない/する	

(3) MAC アドレスによる接続拒否

MAC アドレス詐称によるなりすまし、盗難無線ユニットの悪用など、想定される悪意ある第三者からの攻撃を受けた場合など、MAC アドレスを明示的に接続を拒否する対象リストとして登録することで、当該 MAC アドレスを持つ無線ユニットのネットワークへの参加を拒否することができます。

7.1.8. IPv6 プレフィックス

ネットワーク参加認証を経て、正式にマルチホップネットワークへの参加が許可された無線ユニット子機は、IPv6 アドレスを取得してネットワークに参加します。

無線ユニット親機には、この IPv6 アドレスを構成するための固定プレフィックス情報（上位 64bit 分）を設定します。無線ユニットで使用する IPv6 アドレスは、この親機に設定した固定プレフィックス情報と、親機、子機ごとに設定するショートアドレスの値を使用して自動的に設定されます。

IPv6 アドレスは、次の流れに従って設定されます。

① 親機に固定プレフィックス情報を設定します。
② 親機は設定された固定プレフィックスを用いて、自身の IPv6 アドレスを自動設定します。（親機のショートアドレスは 0 で固定）
③ 子機に固定のショートアドレスを設定します。
④ 子機は隣接無線ユニットとプレフィックス情報を取得します。
⑤ 子機は取得したプレフィックス情報と設定されたショートアドレスを用いて、自身の IPv6 アドレスを自動設定します。
⑥ 子機は、設定した IPv6 アドレスを親機に通知します。
⑦ 親機は、子機から通知された IPv6 アドレスの利用可否を判断し、子機に通知します。これ以降、親機は自身配下の無線ユニットの IPv6 アドレスとして子機から通知された IPv6 アドレスを管理します。

親機に設定する固定プレフィックス情報は、IPv6 のグローバルユニキャストアドレス（下図に示す先頭の 16bit が 2000～3FFF で定義されるアドレス）である必要があります。また、IPv6 アドレスを構成する際の特徴である、連続する 0 を「::」で省略する形での設定を行うことはできません。

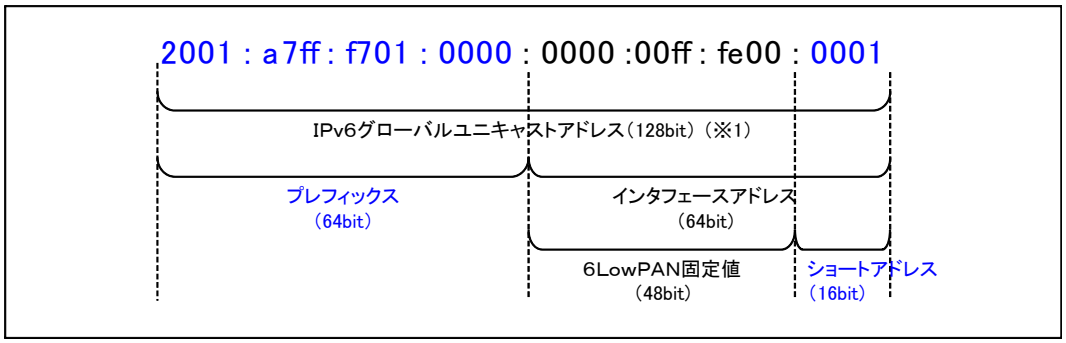

図 7.4　IPv6 アドレスの構成

無線ユニットを用いる場合、IPv6 通信はクローズされた無線区間でのみ使用されるため、プレフィックス情報は任意の値を設定して頂いて構いません。ただし、ネットワーク管理上、親機ごとには異なるプレフィックス情報を設定しておくことを推奨します。

プレフィックス情報は、下表の設定値から選択します。

表 7.21　プレフィックス情報

対象	設定有無	設定値の仕様・範囲	備考
親機	必須	IPv6 グローバルユニキャストアドレスの上位 64bit	::による省略形は使用できません

7.1.9. 局番とショートアドレス

無線ユニットに接続されたリモートＩ／Ｏ等の情報を収集するためには、無線ユニット子機に設定するショートアドレスと Modbus 局番を、無線ユニット親機にて関連付ける 2 つの方法があります。

・リスト方式

・レンジ方式

下表の方式・設定から選択します。

表 7.22　局番とショートアドレス

対象	設定有無	設定値の仕様・範囲	備考
親機	必須	リスト方式 レンジ方式：最大マルチドロップ数 1 台/ レンジ方式：最大マルチドロップ数 1～4 台/ レンジ方式：最大マルチドロップ数 1～8 台/ レンジ方式：最大マルチドロップ数 1～16 台/ レンジ方式：最大マルチドロップ数 1～31 台	

(1) リスト方式

リスト方式は、Modbus 局番と無線ユニット子機のショートアドレスの組み合わせを、親機の局番リストに登録する方式です。

① 子機の Modbus 局番の決定

子機の Modbus 局番を任意に決定します。

② 子機のショートアドレスの決定

無線ユニットは親機、子機にショートアドレスを設定します。無線ユニット親機に設定するショートアドレスは、0000 で固定となります。

無線ユニット子機に設定するショートアドレスは、子機ごとに重複しない 4 桁の 16 進数 0001～FFFD の範囲から任意に決定します。

③ 局番と子機ショートアドレス関連付けの登録

親機の局番リストに登録する、子機のショートアドレスと、Modbus 局番の組み合わせを登録します。

(2) レンジ方式

レンジ方式は、あらかじめ決められた範囲で Modbus 局番と、子機のショートアドレスの割り当てを決定する方式です。

① 最大マルチドロップ数の確認

マルチドロップ接続に対応した無線ユニット子機に対して設定できます。

同一ネットワーク内でマルチドロップ接続されているの最大数から、無線ユニット親機に設定する接続数を決定します。

なお、ここで決定する接続数は、マルチドロップ接続されている装置の最大数よりも大きな値であれば、選

択肢になる値（1 台/1～4 台/1～8 台/1～16 台/1～31 台）のいずれの値を選択しても構いません。

② 接続数の決定

無線ユニット親機に設定する接続数の値から、設定可能な局番の範囲が決定されます。

接続数ごとに設定可能な局番の範囲の一部を下表に示します。

表 7.23　局番の設定可能範囲表

子機ショートアドレス	局番の設定可能範囲				
	接続数				
	１台	４台	８台	１６台	３１台
0001	1	1～4	1～8	1～16	1～31
0002	2	5～8	9～16	17～32	31～62
0003	3	9～12	17～24	33～48	63～93
0004	4	13～16	25～32	49～64	94～124
0005	5	17～20	33～40	65～80	125～155
0006	6	21～24	41～48	81～96	156～186
0007	7	25～28	49～56	97～112	187～217
0008	8	29～32	57～64	113～128	218～248
0009	9	33～36	65～72	129～144	249～279
000A	10	37～40	73～80	145～160	280～310

③ ショートアドレスと局番の決定

無線ユニット親機、子機にそれぞれショートアドレスを設定します。無線ユニット親機に設定するショートアドレスは、0（0x0000）で固定となります。

無線ユニット子機に設定するショートアドレスは、「② 接続数の決定」で選択した局番の設定可能範囲から、子機に設定するショートアドレスと、接続されている局番を決定した上で設定を行います。ただし、接続しない子機（中継機）については、局番を意識する必要はないため、4096（0x1000）～65533（0xFFFC）の範囲から、他の子機と重複しないように任意にショートアドレスを設定することが可能です。

7.1.10. パケットフィルタリング設定の検討

パケットフィルタリングは、透過モデルを上位装置からのポーリング方式にてシステムを運用する場合に有効とします。有効にすると無線ＮＷ内で重複、遅延したパケットを廃棄します。

表 7.24　パケットフィルタリング設定項目

設定項目	親機	子機	説明
パケットフィルタリング ※１	◎	◎	パケットフィルタリング機能の有効/無効を設定します。「あり」の場合は、タイムアウト時間に従い、遅延パケット等の廃棄を行います。
親機タイムアウト時間	◎	―	パケットフィルタリング機能の有効時の上位装置（データ収集装置等）のポーリング有効時間から固定のオーバーヘッド（１秒）を減算した値を設定します。 設定範囲：10～600（100ms 単位）
子機タイムアウト時間	―	◎	ポーリング応答時間以上の値を設定します。 設定範囲：10～600（100ms 単位）

※１：ポーリング方式で運用しない場合は、無効としてください。
また、パケットフィルタリングの有効/無効の設定は同一 NW 内の無線ユニットで一意となるように設定してください。

7.1.11. 経路固定設定の検討

無線ユニットは、7 章で「PAN ID（グループ番号）」の記述の様に、NW 参加時に同じ PAN ID であれば受信した電波の RSSI 値の最も良い装置へ接続しようとします。

経路固定機能により、瞬時の RSSI 値によらず指定した接続先へ固定的に接続することが可能になります。この時、一時迂回設定を有効とすることで固定接続先との電波状態が悪くなっても、他の経路がある場合はそちらの経路でデータ送信します。

固定接続先へのデータ送信が失敗した場合、他の経路があればその経路へ迂回送信します。この迂回が 3 回発生すると、経路固定が有効でも一旦、迂回先の経由へ経路が切り替わります。その後、固定接続先の経路が再確立されれば登録した経路に戻ります。（数十秒から数分）

固定接続先は上りの１ホップ先の無線ユニットを指定します。下りは自動的に経路の計算をします。

電波状態が安定しない環境でのネットワーク構築時などに本機能の適用を検討します。

表 7.25　経路固定設定項目

設定項目	親機	子機	備考
経路固定	―	◎	経路固定の有効/無効を切り替えます。
接続先のショートアドレス	―	◎	固定接続先のショートアドレス
一時迂回	―	△	経路固定が有効の場合に、迂回送信の有効/無効を切り替えられます。（※1 ）

◎：設定必須

△：初期値のまま使用可能

※1：NW 参加時は固定接続先の電波を受信できないと、一時迂回の設定が有効でも NW 参加できません。

7.1.12. ネットワーク規模調整

ネットワーク規模に応じて、無線ユニットの制御信号の送出頻度を最適化します。
同一の PAN ID（グループ番号）となる無線ユニット子機の台数に応じてネットワーク規模を選択します。
同一の PAN ID（グループ番号）となる無線ユニットは、必ず同じネットワーク規模を設定してください。

表 7.26　ネットワーク規模調整

設定項目	親機	子機	設定値の仕様・範囲	備考
ネットワーク規模調整	◎	◎	1～30 台構成／ 31～60 台構成／ 61～100 台構成／	デフォルト設定は 1～30 台構成

デフォルト設定は 1～30 台になっていますので、システム構築時に適切な値を設定してください。ネットワーク規模と設定値が異なっている場合、データ欠落、離脱等の不具合発生、あるいは離脱の検出に、より時間を要する可能性があります。

7.1.13. 無線機接続用パスワード

無線ユニットには、保守コンソールから接続するためのログインパスワードの変更が可能です。セキュリティの観点から、初期パスワードでの運用は好ましくないと考えられるため、本機能を用いてパスワードはそれぞれ変更することを推奨します。パスワードの仕様は下表の通りとなります。

表 7.27　ログインパスワード

設定項目	親機	子機	設定値の仕様・範囲	備考
接続用パスワード	◎	◎	半角英数字 5～8 文字	大文字と小文字は区別されます

8. 無線ユニット設定

8.1. 親機：IB10W2

設定についてはIB10W2取扱説明書（操作用）（NM－2403－C）をご参照してください。

8.2. 子機：R3-NMW1

設定については R3CON の取扱説明書を参照してください。

8.3. 子機：R3-NW1

設定については R3CON の取扱説明書を参照してください。

9. 無線ユニットの設置

無線ユニットの設置については、以下の内容を確認し、十分に注意して設置してください。

9.1. 推奨する設置箇所について

良好な電波状態でのデータ通信ができるように、無線ユニットの設置には、以下のような箇所へ極力設置するようにしてください。

(1) 電波を遮断するような障害物を極力避けるため、可能な限り高い位置へ設置してください。

(2) 無線ユニットを設置する後方に、金属板がある場合、後方への電波が反射してノイズとなる、または後方に位置する他の無線ユニットへの電波が飛びにくくなることが想定されるため、こうした場所は可能な限り避けてください。また、こうした場所に設置する場合は、アンテナを可能な限り金属板から離して設置してください。

(3) 人通りが少なく、見通しの良い場所へ設置してください。

9.2. アンテナ設置

アンテナは、その方向や設置位置により電波状態が大きく変化します。電波状態が悪い場合は、アンテナの方向、設置位置を以下の方法にて変更してください。

(1) 親機と子機で偏波面を合わせてください。

(2) フレネルゾーンを確保する。

(3) スリーブアンテナ使用時は、90° の範囲で任意に可動させることができます。アンテナ自身の取付の向きと併せてアンテナの方向を変更してください。なお、アンテナの方向を変える場合は、アンテナの抜けや緩みが発生しないように、必ず時計回りで回すようにしてください。

(4) ルーフトップアンテナ使用時は、ケーブル(2.5m)が付随していますので、ケーブルを伸ばし、アンテナの設置位置を変更してください。

(5) ルーフトップアンテナ使用時は、底面のマグネット部を金属板（推奨 500mm×500mm 以上）等に固定してください。

注意：ルーフトップアンテナ使用時、アンテナケーブルは 許容曲げ半径 3cm よりも小さく曲げないでください。

9.3. アンテナ指向性と偏波面

アンテナには、電波を送信しやすい方向、または電波を受信しやすい方向があり、これを指向性と呼びます。この指向性は、アンテナの種別により異なるものとなります。

(1) 無線ユニット親機用アンテナ

参考に指向性を示します。

無線ユニット親機のアンテナは水平面内、無指向性です。

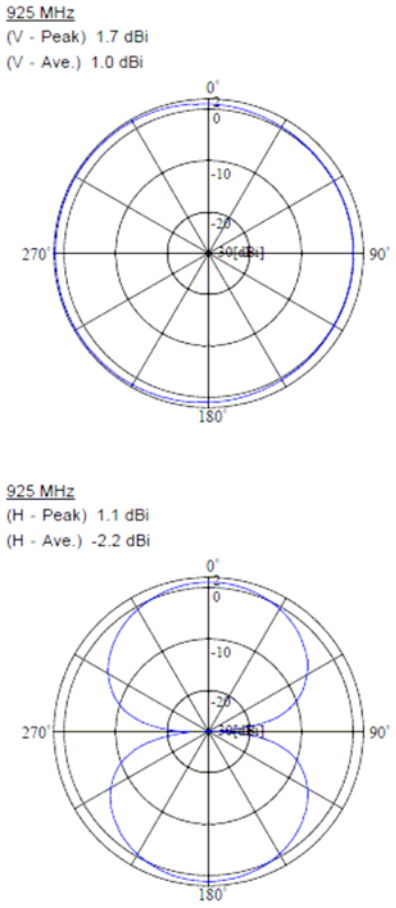

図 9.1　親機用アンテナの指向性＜参考＞

(2) 無線ユニット子機用スリーブアンテナ

参考に指向性を示します。

スリーブアンテナは水平面内、無指向性です。

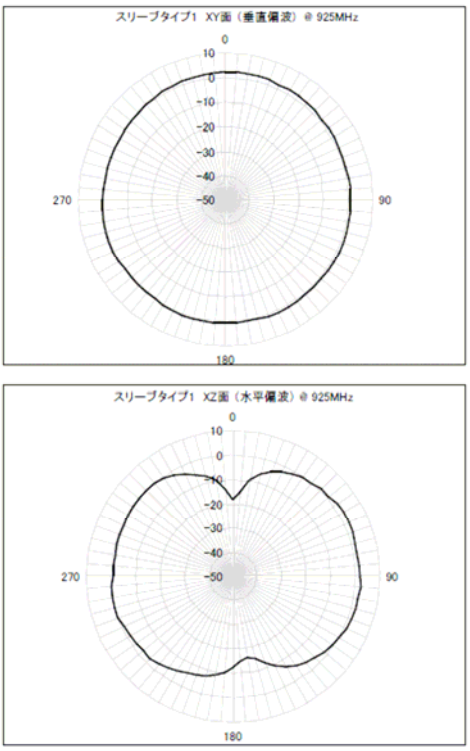

図 9.2　子機用スリーブアンテナの指向性＜参考＞

③ 無線ユニット子機用ルーフトップアンテナ

参考に指向性を示します。

ルーフトップアンテナは水平面内、無指向性です。

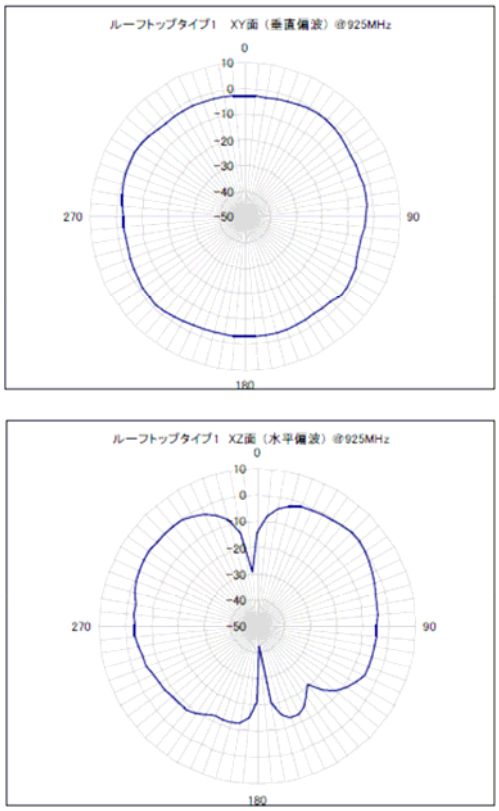

図 9.3　子機用ルーフトップアンテナの指向性＜参考＞

9.4. フレネルゾーン

無線の受信感度を最適とするには、フレネルゾーンと呼ばれる一定の空間が必要になります。フレネルゾーンが確保できる状態の場合、電波が減衰する要因は飛距離による減衰（自由空間損失）のもとなります。フレネルゾーンを確保するためには、アンテナの高さを 図 9.4　フレネルゾーンに示すフレネル半径以上の高さに設置して、間に障害物が入らない事が必要になります。ただし、実際はその 60%以内に障害物が無ければ、障害物が無い状態と同等と見なす事が可能です。

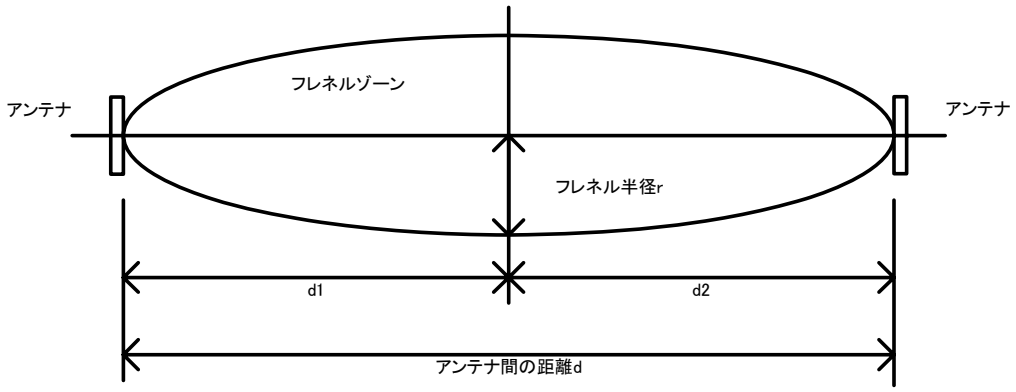

図 9.4　フレネルゾーン

このフレネル半径 r は以下の計算式により求める事ができます。

$$r = \sqrt{\lambda \times \frac{(d1 \times d2)}{(d1 + d2)}} \qquad \text{式 9.1}$$

r：フレネル半径[m]

λ：波長[m]

d、d1、d2：アンテナ間の距離[m]

式 9.1 より使用する 920MHzの場合の波長は 0.326mとなり、アンテナ間の距離を 100m、200m、300m、500m、1000mとした場合フレネル半径を、表 9.1　フレネル半径に示す。

表 9.1　フレネル半径

アンテナ間の距離	100 m	200 m	300 m	500 m	1000 m
フレネル半径	2.86 m	4.04 m	4.95 m	6.38 m	9.03 m

上記はフレネル半径を導き出すための理論上の計算値であり、必ずしもこの高さでなければ電波が到達しない（通信できない）というものではありません。

屋内で使用する場合はこうしたフレネル半径を確保することは非常に困難である事が考えられます。さらに、屋内で使用する場合の電波は、送信点のアンテナから直接受信点のアンテナに到達するものや、壁や床、天井といった構造物に反射して到達するもの、パーティション等の障害物を回り込んで到達するもの等、様々な経

路で受信点に到達するため、フレネルゾーンのような簡単にモデル化したような形で受信状況を示す事はできません。このため、屋内で使用する場合には、設置箇所ごとの電波状況の測定を行って、電波の到達性に問題ない事を予め確認してください。

10.　　設置後の電波環境の測定

6 章の測定を設置した無線ユニットにて再度実施し問題ない事を確認してください。